

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE
Faculté de génie
Département de génie civil

ÉVALUATION CRITIQUE D'UNE MÉTHODOLOGIE
D'INTÉGRATION TRANSVERSALE DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE : CAS DU BACCALAURÉAT EN GÉNIE CIVIL

Mémoire de maîtrise
Spécialité : génie civil

Bastien ROURE

Jury : M. Mourad Ben Amor, Ph. D., membre et directeur de recherche

M. Dominique Lefebvre, M. Sc. A, membre interne

M. Éric Francoeur, Ph. D., membre externe

Sherbrooke (Québec) Canada

Février 2018

RÉSUMÉ

L'éducation au développement durable est primordiale à notre époque afin de changer le fonctionnement de la société dans laquelle nous évoluons. C'est en formant les citoyens à adopter des attitudes et comportements durables que l'atteinte d'un développement durable sera possible. Les ingénieurs jouent une part majeure dans ce changement étant donné que tous les travaux qu'ils réalisent affectent d'une façon ou d'une autre les sphères sociale, environnementale et économique de notre société. Ainsi, afin que leurs travaux soient en phase avec le modèle de développement durable, il est important qu'ils acquièrent, dès leur formation universitaire d'ingénieur, les connaissances, les compétences, les valeurs et les attitudes nécessaires au développement durable.

Cependant, cet objectif reste un défi de taille étant donné qu'il requiert d'effectuer des modifications au sein des programmes universitaires en place depuis de nombreuses années. C'est pourquoi, il est nécessaire de développer une méthodologie permettant d'accomplir cet objectif tout en faisant face aux défis que cela représente. L'objectif du projet de recherche a visé à appliquer et évaluer l'efficacité d'une méthodologie d'intégration du développement durable préalablement développée. Parmi les défis à surmonter, les besoins d'une intégration adaptée au programme et pérenne sont les plus importants. La méthodologie présentée dans les sections suivantes répond à ce besoin. Elle a été développée et appliquée de manière transversale afin d'adapter les notions du développement durable aux contenus des cours de génie et l'intégration de ces notions s'est faite de manière récurrente tout au long de la formation d'ingénieurs afin de dispenser un enseignement intégré à la philosophie de l'ingénieur.

Afin de couvrir les concepts du développement durable et rendre l'enseignement attrayant pour les étudiants-ingénieurs, les outils d'application de l'approche cycle de vie ont été utilisés permettant une concrétisation des concepts qui peuvent sembler abstraits pour certains. Les outils de l'approche cycle de vie permettent de mesurer les impacts sociaux (l'analyse sociale du cycle de vie), environnementaux (l'analyse environnementale du cycle de vie) et économiques (l'analyse des coûts du cycle de vie) de produits et projets d'ingénierie sur tout leur cycle de vie.

La méthodologie a été basée sur cette approche concrète du développement durable et a été appliquée au baccalauréat de génie civil de l'Université de Sherbrooke. Afin de mesurer l'efficacité de la méthodologie et de l'approche adoptée, un sondage de satisfaction a été distribué aux étudiants ayant reçu ce nouvel enseignement. La mise en application de la méthodologie a permis de développer, dans plusieurs cours, tout au long du baccalauréat, des modules d'enseignement où le développement durable a pu être appliqué au contenu de ces cours afin d'apporter un enseignement pratique. En fin de formation, les étudiants sont amenés à évaluer les impacts de leur projet de conception à l'aide de l'analyse du cycle de vie permettant ainsi d'intégrer et d'appliquer les connaissances acquises au cours des sessions précédentes. Le succès de l'expérimentation de la méthodologie en génie civil permet de la rendre opérationnelle en espérant sa mise en application par d'autres départements désireux de fournir une formation au développement durable à leurs étudiants comme, par exemple, pour les départements de génie mécanique, génie électrique et génie informatique de l'Université de Sherbrooke.

Mots clés : Éducation au développement durable, approche cycle de vie, innovation pédagogique, génie civil

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier M. Ben Amor de m'avoir soutenu tout au long de ma maîtrise et pour la confiance qu'il m'a accordée en me confiant ce projet. Je le remercie également de m'avoir permis d'effectuer des activités enrichissantes sortant du cadre de ma maîtrise me permettant de me perfectionner professionnellement. Je remercie également Mme Véronique Bisaillon, conseillère en éducation au développement durable, d'avoir apporté son expertise pour le projet permettant de recevoir un avis sortant du cadre de l'ingénierie.

J'aimerais remercier toute l'équipe du Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Ingénierie Durable et en Écoconception (LIRIDE) pour la bonne ambiance de travail qui règne au sein de l'équipe et l'esprit de camaraderie permettant les échanges enrichissants et la réception de nombreux conseils qui se sont avérés utiles lors de ma maîtrise. Je remercie tout particulièrement Mme Chirjiv Anand pour son aide et ses conseils lors de la rédaction de mon article.

Ensuite, je voudrais remercier ma famille de m'avoir permis de poursuivre mes études outre-Atlantique même quand les temps ont été durs. Je remercie ma conjointe Noémie Bonin pour m'avoir apporté son soutien et mes amis pour m'avoir permis d'avoir une vie extra-scolaire active.

Enfin, je remercie M. Ben Amor et le Fonds d'Innovation Pédagogique (FIP) pour leur soutien financier. Je remercie également le Département de génie civil de l'Université de Sherbrooke d'avoir participé au financement de mon projet de recherche en m'octroyant une bourse d'études supplémentaire.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
Chapitre 1. Mise en contexte	3
1.1 Contexte local : cas de l'Université de Sherbrooke	3
1.2 Description du besoin	7
Chapitre 2. Revue critique de la littérature	10
2.1 Développement durable : définition et controverses	10
2.2 L'approche cycle de vie comme outil du DD	20
2.3 Formation : intégrations recensées dans la littérature	33
2.4 Professionnalisation	44
2.5 Pratique professionnelle : prix et distinctions	48
Chapitre 3. Problématique et objectifs du projet de recherche	52
3.1 Problématique	52
3.2 Objectif de recherche	53
3.3 Sommaire de la méthodologie	54
Chapitre 4. Systematic curriculum integration of sustainable development using life cycle approaches: the case of Civil Engineering Department at the Université de Sherbrooke.	57
4.1 Avant-propos	57
4.2 Abstract	59
4.3 Introduction	60
4.4 Methods	64
4.5 Proposed framework application	67
4.5.4.1 Life cycle and critical thinking	73
4.5.4.2 Skills to use life cycle tools	73
4.6 Discussion	78
4.7 Conclusions	81
Chapitre 5. Discussion complémentaire	82
5.1 Originalité et retombées du projet	82
5.2 Limites et recommandations	83
Conclusion	87
Liste des références	89
Annexe A – Enquête Pacte 2D	102
Annexe B – Sondage de satisfaction	140

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 - Première représentation du DD.....	11
Figure 2.2 - Diagramme de Venn modélisant le DD	11
Figure 2.3 – Représentation du DD ancrant l'économie dans la société et l'environnement....	12
Figure 2.4 – Comparaison spatiotemporelle de l'AECV et de l'EIE.....	22
Figure 2.5 – Cycle de vie d'un produit.....	23
Figure 2.6 – Cadre de l'ACV.....	24
Figure 4.1 – Bloom's Taxonomy.....	65
Figure 4.2 – Mapping of the Civil Engineering curriculum at l'UdeS prior to SD integration	67
Figure 4.3 – Student knowledge acceptance phases.....	69
Figure 4.4 – Deployment of the life cycle approach and tools along the undergraduate curriculum of CE	70
Figure 4.5 – Mapping of the civil engineering curriculum at l'Université de Sherbrooke prior to SD integration (A) and Knowledge transfer evaluation post integration (B).....	71
Figure 4.6 – Streamlined LCA tool developed and used in the course GCI 900 Capstone project	74
Figure 4.7 – Results of the satisfaction survey conducted as part of the pedagogic innovation	76
Figure 4.8 – Students' performances in the capstone projects for the years 2014, 2015 and 2016	77

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 – Résultats à la question 13 des étudiants aux baccalauréats de génie	5
Tableau 1.2 – Résultats de la question 16 des étudiants aux baccalauréats de génie	6
Tableau 2.1 - Catégories intermédiaires, de dommages et unité de dommage avec substance de référence pour la méthode IMPACT 2002+	27
Tableau 2.2 – Catégories et sous-catégories mesurables lors d’une ASCV	29
Tableau 2.3 – Synthèse de la revue critique de la littérature	40
Tableau 2.4 – Prix et distinctions remis à l’échelle canadienne	49
Tableau 2.5 – Prix et distinctions à l’échelle québécoise	51
Tableau 4.1 – SD modules implemented in the Civil Engineering curriculum at l’Université de Sherbrooke	72

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACB	Analyse coûts-bénéfices
ACV	Approche cycle de vie
ACCV	Analyse des coûts du cycle de vie
ACRGTO	Association des Constructeurs de Routes et Grands Travaux du Québec
ADCV	Analyse de la durabilité du cycle de vie
AECV	Analyse environnementale du cycle de vie
AFIC	Association des firmes d'ingénieurs-conseils
AFG	Association des firmes de génie-conseil
AIE	Analyse d'impacts économiques
ASCV	Analyse sociale du cycle de vie
BCAPG	Bureau Canadien d'Agrément des Programmes en Génie
DEDD	Décennie pour l'éducation en vue du développement durable
DD	Développement durable
EDD	Éducation au développement durable
EIE	Étude d'impact environnemental
ERE	Éducation relative à l'environnement
ICI	Institut canadien des ingénieurs
ISO	Organisation internationale de normalisation
OIQ	Ordre des ingénieurs du Québec
PACTE 2D	Partenariat, apprentissage, collaboration et transfert en éducation au développement durable
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
SCGC	Société canadienne de génie civil
SETAC	Société de toxicologie et chimie environnementales
SSP	Service des stages et du placement
UdeS	Université de Sherbrooke

INTRODUCTION

Les travaux des ingénieurs ont un impact indéniable sur la société pouvant être autant positif que négatif. La prise de conscience universelle d'un besoin de développement durable (DD) amène aujourd'hui à repenser les pratiques professionnelles afin que les réalisations en résultant prennent en considération les retombées environnementales, sociales et économiques. Afin de répondre à ce besoin de compétences professionnelles, les universités, se doivent de fournir une formation adéquate. Le contexte de ce besoin d'innovations pédagogiques à l'Université de Sherbrooke (UdeS) et à la faculté de génie est présenté dans le Chapitre 1 du mémoire. Pour effectuer ces changements dans la formation, le développement de méthodologie d'intégration du DD permettrait d'universaliser les pratiques et rendre opérationnel les changements requis pour un enseignement des pratiques du DD aux étudiants-ingénieurs. Afin d'illustrer ces concepts, les outils de l'approche cycle de vie (ACV) deviennent populaires par leur flexibilité d'application à différents domaines, dont ceux de l'ingénierie, tout en conservant une évaluation précise et juste des impacts sur les trois sphères du DD. Des détails concernant l'approche cycle de vie et les outils associés sont donnés au Chapitre 2.

La problématique de l'intégration du DD dans les programmes universitaires réside dans la nécessité de développer une procédure d'intégration efficace et adaptable pour différents programmes. Le travail présenté répond aux besoins identifiés pour la faculté de génie et pourrait potentiellement être adapté aux autres facultés. Sans une procédure efficace et faisant l'objet d'une évaluation et d'un suivi, les programmes de formation universitaire auront toujours un besoin d'intégration des concepts du DD. Comme expliqué précédemment, il est primordial de former les futurs professionnels et citoyens aux pratiques du DD afin que leur pratique professionnelle et leurs attitudes reflètent et s'alignent avec les principes du DD. La recherche bibliographique a permis d'identifier des conditions de réussite à l'intégration du DD soit :

- la transversalité; c'est-à-dire par une intégration au cœur même du programme,
- la récurrence; tout au long des années du cursus d'ingénieur
- le suivi de la performance pour s'ajuster et assurer une intégration pérenne.

Malgré le grand nombre d'études exposant des méthodes et pratiques d'intégration du DD au sein de la formation universitaire en génie, présentées dans la revue critique de la littérature (Chapitre 2), aucune étude employant une méthodologie d'intégration transversale du DD

illustrée par l'approche cycle de vie appliquée aux pratiques du génie, n'a été répertoriée. Ce projet de recherche a, par conséquent, pour but de combler ce manque et de proposer, après validation, une méthodologie applicable à différents programmes universitaires désireux d'effectuer une intégration du développement durable pérenne.

L'objectif principal de ce projet de recherche est de valider la méthodologie d'intégration transversale du DD, développée en cinq étapes se basant sur l'ACV et ses outils associés, appliquée aux pratiques du génie. La validation se fait par sa mise en application au sein du programme de baccalauréat de génie civil de l'UdeS et par les évaluations permettant de mesurer son efficacité.

Ce mémoire, en format *par article*, est présenté en cinq chapitres. Le premier chapitre porte sur une présentation de la mise en contexte du projet afin de fournir aux lecteurs l'ensemble des informations nécessaires à sa compréhension. Le deuxième chapitre est une revue critique de la littérature permettant de faire l'état de l'art relatif à la portée du projet de recherche. Ensuite, le troisième chapitre présente les objectifs et un sommaire de la méthodologie suivie pour effectuer le travail de recherche. Le chapitre quatre est constitué de l'article publié comprenant une description plus détaillée de la méthodologie ainsi que les résultats du projet de recherche. Une discussion complémentaire est proposée dans le chapitre cinq ainsi que certaines limites et recommandations. Enfin, la contribution des travaux réalisés sont présentés suivi d'une conclusion générale.

Chapitre 1. Mise en contexte

Ce chapitre permet de mettre en contexte le projet de recherche portant sur l'évaluation critique d'une méthodologie d'intégration du DD par sa mise en application au baccalauréat de génie civil en utilisant l'ACV. Le contexte local à l'UdeS est tout d'abord présenté avant d'introduire la description du besoin.

1.1 Contexte local : cas de l'Université de Sherbrooke

Le DD est devenu lors des dernières décennies un mode développement vers lequel de nombreux acteurs de la société tendent. Ainsi, afin de retrouver dans nos sociétés des acteurs ayant les capacités d'agir en ce sens, il est nécessaire de les former au niveau universitaire. En ce sens, une initiative régionale, le PACTE 2D (Partenariat, Apprentissage, Collaboration et Transfert en Éducation au DD (Anand, Bisaillon, & Amor, 2016; PACTE 2D, 2010)), a été mise en place en 2010 par le biais d'un partenariat entre deux universités (Université de Sherbrooke et Bishop's University) et cinq Cégep (College Champlain, Cégep de Sherbrooke, Cégep de Victoriaville, Cégep de Drummondville et Cégep de Granby Haute-Yamaska) afin d'unir forces et expertises dans l'objectif de favoriser l'intégration du DD dans l'enseignement. L'initiative a été lancée par l'UdeS et un membre du PACTE 2D est représenté dans chacune des institutions pour aider au transfert de connaissances et à la communication entre les membres. Ce partenariat permet de toucher une population étudiante d'un peu plus de 40 000 étudiants de niveau postsecondaire. L'UdeS et le Cégep de Granby Haute-Yamaska étaient déjà adeptes de pratiques d'intégrations du DD contrairement aux autres institutions qui ont été initiées via le partenariat. En effet, l'UdeS possède une solide expertise de plus de 40 ans notamment au travers des programmes en environnement du Centre Universitaire de Formation en Environnement. Le Cégep de Granby Haute-Yamaska a quant à lui orienté, petit à petit depuis 10 ans, son programme technique de tourisme vers le tourisme durable et aujourd'hui, le DD est « l'un des deux fondements qui soutiennent la couleur locale du programme » (PACTE 2D, 2010). Le PACTE 2D a donc pour objectif, via la collaboration d'institutions, de favoriser l'intégration du DD dans le système d'enseignement afin de répondre aux changements observés dans les pratiques professionnelles vis-à-vis des défis du DD. Le challenge du partenariat est dans le transfert de connaissances et d'expertises entre les institutions mais également l'adaptation des pratiques de formations à toutes les facultés d'enseignement. Le PACTE 2D a entrepris des

stratégies à différentes échelles pour atteindre l'objectif principal que ce soit au niveau de l'enseignement en fournissant une assistance au corps professoral au travers d'activités (conférences, ateliers et cours), via l'aide à l'intégration à l'échelle des programmes de formation, ou à l'échelle des établissements en assistant pour une intégration au sein des politiques et actions institutionnelles ou par la collaboration régionale (Bisaillon, Amor, & Webster, 2015).

Dans le cadre de ses projets, le PACTE 2D a lancé une vaste enquête, disponible en Annexe A, à destination des étudiants des institutions constituant le regroupement. Cette enquête était constituée de trois parties. La première partie a permis d'obtenir les données sociodémographiques des répondants pour les catégoriser selon leur genre, provenance, programme d'études et avancement dans le programme. Ensuite, deux grandes parties intitulées « *Le Développement Durable et moi* » et « *Le Développement Durable et ma formation* », comportaient chacune huit questions sur notamment, les pratiques de l'étudiant envers le DD, ses opinions sur le sujet ou ses niveaux de préoccupations sur différents thèmes du DD (pour la première partie) et sur l'importance des thématiques du DD dans la formation, l'intérêt d'une intégration du DD dans la formation ou l'intérêt envers les stratégies pédagogiques pour y parvenir (pour la deuxième partie). 3 981 étudiants, répartis dans tous les programmes des institutions participantes ont répondu dont 217 étudiants répartis dans l'ensemble des cohortes de baccalauréats de la faculté de génie de l'UdeS. L'enquête n'a pas été menée spécifiquement pour le projet présenté dans ce mémoire mais les résultats obtenus directement en lien avec le projet pédagogique ont été analysés afin d'en étudier sa pertinence et de le placer dans le contexte de la faculté de génie de l'UdeS. Cependant, il est possible de consulter, en Annexe A, les résultats de la partie de l'enquête portant sur la section « *Le DD et ma formation* » des étudiants de génie.

Il est à noter que la notion de DD n'a pas été définie dans l'enquête afin de ne pas influencer la perception des répondants. En effet, le but de l'enquête était d'obtenir la perception des étudiants vis-à-vis du DD, celle-ci pouvant être plus axée sur l'aspect social, environnemental ou économique.

Les premiers résultats sont ceux de la question 13 qui porte sur « *l'importance des thématiques du DD dans la formation* ». Il a été demandé aux étudiants de quantifier l'importance de 14

thématiques proposées entre zéro et cinq (i.e. *totalelement en désaccord* et *totalelement en accord*) (voir Tableau 1.1).

Tableau 1.1 – Résultats à la question 13 des étudiants aux baccalauréats de génie

13. Importance des thématiques suivantes dans la formation :	5	4	3	2	1	0	Sans opinion
Aménagement durable du territoire	39	50	54	28	14	5	27
Concept et principes du DD	32	65	60	20	5	8	27
Développement humain et social	17	32	44	49	26	21	28
Diversité et patrimoine culturels	12	17	43	63	28	24	30
Gestion de l'énergie	103	63	16	6	2	2	25
Gestion des ressources minières	50	59	38	27	11	6	26
Gestion de la qualité de l'eau	69	73	30	14	3	2	26
Lutte et adaptation aux changements climatiques	61	49	52	11	11	5	28
Transport durable	66	55	41	18	7	5	25
Qualité de la biodiversité et des écosystèmes	41	35	64	29	13	9	26
Paix et sécurité	13	33	52	55	22	15	27
Participation citoyenne	10	30	44	50	32	24	27
Production et consommation responsables	49	57	43	21	11	9	27
Santé et qualité de vie	37	61	54	20	13	6	26
TOTAL	599	679	635	411	198	141	375

Sans surprise, il a été constaté que les étudiants en génie avaient un intérêt particulier pour les thématiques proches de leur domaine soit par ordre d'importance, la *gestion de l'énergie*, la *gestion de la qualité de l'eau*, le *transport durable* et la *lutte et adaptation aux changements climatiques*. En lien avec le projet de recherche, il est possible de constater la 6^e place d'intérêt, avec 645 points, de la thématique *Concept et principes du DD*. Ce résultat ne démontre pas un fort intérêt de la part des étudiants mais témoigne tout de même de sa place relativement importante (6^{ème} thématique sur 14).

Ensuite, la question 16 possède elle aussi des résultats très intéressants pour le projet comme illustré dans le Tableau 1.2. La question était la suivante : « *Pour l'intégration du DD dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de 0 à 5 pour les stratégies suivantes ?* ».

Tableau 1.2 – Résultats de la question 16 des étudiants aux baccalauréats de génie

16. Intégration du DD dans la formation, intérêt pour les stratégies suivantes :	5	4	3	2	1	0	Sans opinion
Intégrer des éléments en lien avec le DD dans les cours existants	53	70	42	6	4	6	36
Intégrer des éléments en lien avec le DD dans un cours synthèse	37	50	50	21	13	9	37
M'inscrire à un cours à option ou au choix crédité dans mon programme	35	49	42	32	15	8	36
M'inscrire à un cours obligatoire dans mon programme	28	47	41	31	21	15	34
M'inscrire à un profil en DD	20	31	40	47	17	25	37
M'inscrire à un programme spécialisé en DD	11	19	45	41	30	37	34
Effectuer un stage ayant un lien avec le DD	41	56	38	26	12	6	38
Participer à un programme de mentorat	22	41	51	28	22	16	37
M'engager dans une activité parascolaire en lien avec le DD	19	35	49	43	18	15	38
TOTAL	266	398	398	275	152	137	327

La stratégie *intégrer des éléments en lien avec le DD dans les cours existants* possède le plus fort intérêt des étudiants contrairement à un apprentissage du DD *dans un programme spécialisé* ou *une formation à part entière* par exemple (687 points contre respectivement 378 et 455 points). Il est à noter le fort intérêt pour la stratégie d'intégration d'un stage dans le programme en lien avec le DD (607 points). Ainsi, à partir des résultats présentés, l'interprétation à faire est que les étudiants en génie ne sont pas suffisamment intéressés par le DD pour en faire une carrière ou un profil professionnel à part entière mais donnent au DD une importance relative, 6^{ème} thématique sur 14 proposées, dans le métier d'ingénieur et émettent un intérêt pour un apprentissage transversal de ces concepts et principes. Il est important de noter que pour chacune des questions portant sur les stratégies d'intégration du DD dans la formation, c'est un peu plus de 15% (entre 15,6% et 17,5%) des répondants qui n'ont pas exprimé d'opinion. Cela est potentiellement dû à la raison de participation à l'enquête (prix à gagner), de la longueur de l'enquête (Hoerger, 2010; Rolstad, Adler, & Rydén, 2011; Tomar, 2018) ou tout simplement d'un manque de perception de la part du répondant à certaines questions. Néanmoins, malgré un taux de réponse relativement faible, le nombre de répondants permet de dégager cette tendance intéressante.

Les résultats de l'enquête permettent de situer la pertinence du projet d'intégration du DD, selon le point de vue des étudiants, et de mieux comprendre le contexte pour les baccalauréats de la faculté de génie (voir section 1.2).

1.2 Description du besoin

Le projet a été mené pour répondre aux besoins identifiés par l'enquête présentée en section 1.1 et à ceux mentionnés dans cette section. Le rôle de l'éducation est décisif car elle forme et informe les jeunes tôt afin de les sensibiliser et de les responsabiliser aux problématiques du DD. En plus de les former en tant que citoyen, elle leur permet d'acquérir des compétences utiles dans un cadre plus professionnel, notamment grâce au développement d'une pensée critique pour effectuer des prises de décision avisées vis-à-vis du DD. C'est pourquoi les universités se doivent de former des professionnels prêts à être opérationnels sur le marché du travail en possédant les compétences requises.

En ce sens, le besoin institutionnel d'une évolution des programmes en symbiose avec les principes du DD a été exprimé à l'UdeS au sein du plan Réussir 2015-2017 (Université de Sherbrooke, 2015) qui s'établit en cinq axes et dont l'objectif 2.1.4 est en lien direct avec le projet d'innovation :

« Favoriser l'intégration des notions de développement durable et d'internationalisation dans la formation »

Le Bureau Canadien d'Agrément des Programmes en Génie (BCAPG) de l'organisme Ingénieurs Canada, qui regroupe les 12 ordres provinciaux et territoriaux, réglemente et établit les normes et procédures requises pour les programmes de baccalauréat en génie (CEAB, 2016). Il y a six normes d'agrément et la première concerne les douze qualités requises des diplômés pour exercer la profession d'ingénieur. Parmi celles-ci, la qualité 3.1.9 s'intitule *Impact du génie sur la société et l'environnement* et se définit comme étant la :

« Capacité à analyser les aspects sociaux et environnementaux des activités liées au génie, notamment comprendre les interactions du génie avec les aspects économiques et sociaux, la santé, la sécurité, les lois et la culture de la société ; les incertitudes liées à la prévision de telles interactions ; et les concepts de développement durable et de bonne gestion de l'environnement. »

Le besoin professionnel exprimé par le BCAPG n'est pas l'unique mention du DD dans la pratique de l'ingénieur. L'Ordre des Ingénieurs du Québec (OIQ), l'affirme, dans le premier chapitre du guide pratique professionnelle, le *travail de l'ingénieur* (Ordre des Ingénieurs du

Québec, 2015). En effet, une section entière, appelée *Environnement et Développement durable* est consacrée à l'environnement et au DD où il est établi que le génie est directement concerné par les questions environnementales de par l'application des lois et règlements en vigueur et le respect de l'environnement;

« la responsabilité environnementale de l'ingénieur peut être engagée de trois façons :

- *Sur le plan disciplinaire, s'il contrevient au Code de déontologie des ingénieurs*
- *Sur le plan pénal, s'il contrevient à une loi ou à un règlement en matière d'environnement*
- *Sur le plan civil, s'il ne remplit pas ses obligations contractuelles ou s'il commet une faute qui cause du dommage. »* (Ordre des Ingénieurs du Québec, 2015)

En sous-section, à partir de la page 152, le DD est plus spécifiquement mentionné avec l'établissement des raisons pour lesquelles le travail de l'ingénieur est touché par le DD. Les trois piliers du DD, soit le pilier économique, le pilier environnemental et le pilier social, y sont présentés via la description des responsabilités de l'ingénieur vis-à-vis du DD au sein d'un projet en ingénierie.

« Ces piliers doivent être en équilibre les uns par rapport aux autres pour qu'un projet soit durable. Autrement dit, une importance égale doit être apportée à chacun pour que le projet puisse produire un effet positif global à long terme. »

Concernant le pilier économique, il est mentionné se doit d'être soucieux de la santé économique de son projet :

« Il est naturel pour l'ingénieur, même si sa formation universitaire ne l'y prépare pas, de se soucier de l'aspect économique d'un projet. »

Pour le pilier environnemental, la responsabilité de l'ingénieur est de nouveau établie :

« En matière environnementale, l'ingénieur a l'obligation de se conformer au minimum aux normes environnementales applicables, selon la nature de l'activité qui est réalisée ou selon le type de projet en cours de préparation »

Concernant le pilier social, la responsabilité de l'ingénieur est un peu plus nuancée, l'OIQ considérant que l'ingénieur suit *« des normes, des codes et autres règles de l'art »* pour s'assurer

du bon fonctionnement de son projet d'un point de vue de l'ingénierie sans évaluer « *objectivement les répercussions sociales* » comme « *les conséquences de travaux de voirie sur la circulation* ». Cependant, une nuance est apportée puisqu'il est mentionné que :

« De plus en plus, l'obligation évidente d'assurer la viabilité financière d'un projet et une performance environnementale exemplaire, allant souvent au-delà des normes gouvernementales, ainsi que les démarches requises pour assurer l'acceptabilité sociale des projets font en sorte que le développement peut se faire de façon durable,[...] »

Le Code de déontologie des ingénieurs (RLRQ, 2017a) ne fait pas de référence directe au DD mais plutôt à l'une de ses composantes, celle du respect de l'environnement et des personnes, dans la section II, *devoirs et obligations envers le public* et l'article 2.01 établit que l'ingénieur doit :

« [...] respecter ses obligations envers l'homme et tenir compte des conséquences de l'exécution de ses travaux sur l'environnement et sur la vie, la santé et la propriété de toute personne. »

Les besoins institutionnels et professionnels présentés ci-dessus permettent de mettre en contexte le projet de recherche qui a donc pour but d'y répondre en développant une méthodologie d'intégration transversale du DD pour les programmes de baccalauréat de génie. Ce chapitre a permis de contextualiser les raisons de l'effort entrepris pour intégrer le DD au sein des programmes de génie de l'UdeS. Le chapitre 2 présente la revue critique vis-à-vis du DD, les différences entre l'Éducation au développement durable et l'Éducation relative à l'environnement, et l'approche cycle de vie avant de présenter les pratiques entreprises dans l'enseignement supérieur et recensées dans la littérature et pour finir, puis de deux sections portant sur la professionnalisation et la pratique professionnelle du génie en ce qui a trait au DD sont présentées. L'enquête, dont les résultats présentés au chapitre 1, a permis de situer le DD dans la formation à l'UdeS et de constater l'importance relative de l'intégration du DD dans les programmes de la faculté de génie. Ainsi, une méthodologie d'intégration transversale du DD, préalablement développée (chapitre 3), a été appliquée au baccalauréat de génie civil (chapitre 4) afin de porter une évaluation critique sur l'approche (chapitre 5).

Chapitre 2. Revue critique de la littérature

Après avoir présenté la mise en contexte du DD dans la formation d'ingénieur à l'UdeS (voir Chapitre 1), le Chapitre 2 propose une revue critique de la littérature permettant de faire l'état de l'art relatif à la portée du projet de recherche. Le chapitre se divise en cinq sections avec une présentation critique du DD et des mouvements éducatifs (section 2.1), une présentation de l'approche cycle de vie et de sa pertinence dans l'application du DD (section 2.2), suivie de la présentation des différentes innovations pédagogiques relatives à l'intégration du DD dans les formations d'ingénieurs (section 2.3) et de la pertinence du projet au regard de la pratique professionnelle (section 2.4 et section 2.5).

2.1 Développement durable : définition et controverses

2.1.1 Historique et description du DD

Le DD est présenté, de nos jours, comme un enjeu majeur pour notre génération et les suivantes. Cette expression, proposée une première fois en 1980 par l'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN, 1980), a été plus largement étendue et définie dans la publication *Notre avenir à tous*, plus communément appelé *Rapport Brundtland*, du nom de la présidente de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations Unies, Gro Harlem Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987) :

« Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs »

Afin de donner plus de précision à cette définition, les concepts de « *besoins* » et de « *limitations* » ont été définis comme étant, pour le premier, « *les besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité* » et, pour le deuxième, comme étant ce « *que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir* » (World Commission on Environment and Development, 1987).

Représentation du DD :

Cette définition a rapidement été interprétée comme une conciliation de trois piliers soit le social, l'environnement et l'économie, qui permettrait de soutenir le DD comme illustré à la Figure 2.1.

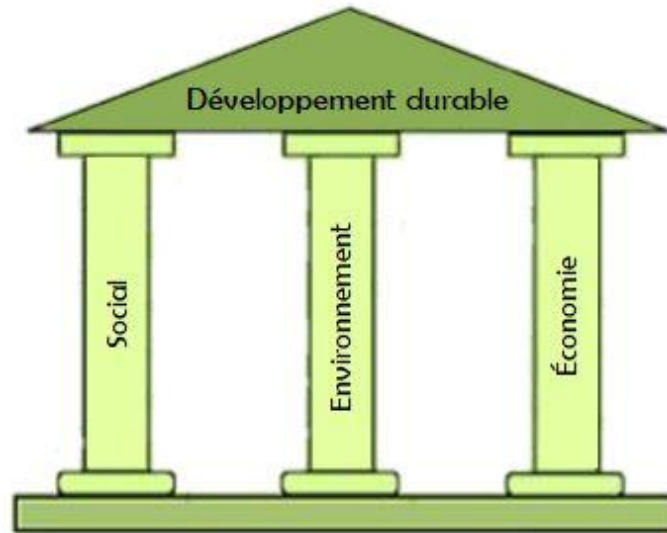


Figure 2.1 - Première représentation du DD (tiré de (Ashton & Kubik, 2014))

Cette modélisation permet de représenter l'importance de chacun des piliers pour le support de la structure avec le premier pilier se concentrant sur le bien-être de la population en ce qui a trait au niveau et à la qualité de vie, le deuxième sur le bien-être de la planète en termes de protection de la biosphère et des ressources, et le troisième se concentrant sur le bien-être économique et la viabilité de la situation. Cependant, cette modélisation ne permet pas de représenter l'interdépendance et l'interconnexion des trois sphères. C'est pourquoi une deuxième conceptualisation a été développée. C'est la plus répandue, connue sous le nom de diagramme de Venn, elle entrecoupe chacune des sphères. (Figure 2.2)

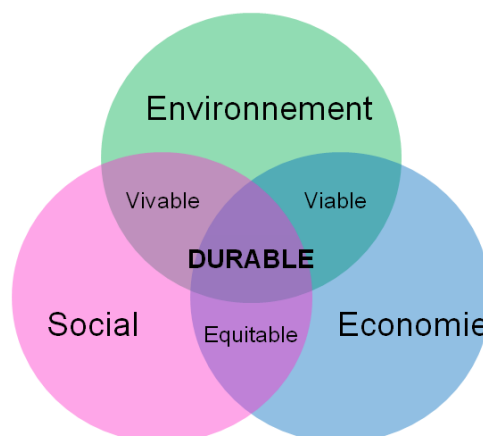


Figure 2.2 - Diagramme de Venn modélisant le DD¹

¹Tiré de <http://www.3-0.fr/doc-dd/qu-est-ce-que-le-dd/les-3-piliers-du-developpement-durable>

Cette modélisation a l'avantage de montrer la dynamique de conciliation des trois aspects en plaçant les besoins et priorités sociaux, la protection de l'environnement et les pratiques économiques à un niveau équitable. Cependant, la critique envers cette représentation est la vision des trois aspects comme égaux et indépendants tout comme dans la première représentation. Une différente représentation est alors proposée où l'environnement englobe les deux autres sphères partant du principe que toutes les activités économiques sont incluses dans la sphère sociale, elle-même intégrée dans la sphère environnementale, qui serait la planète Terre. Ainsi, cette représentation permet de voir l'intégrité de l'environnement comme une condition du développement, plutôt qu'une contrainte, l'économie en étant le moyen et le développement individuel et social en étant l'objectif. (Ashton & Kubik, 2014; Bisailon, Boutet, King-Ruel, & Amor, 2016; Thatcher, 2014)

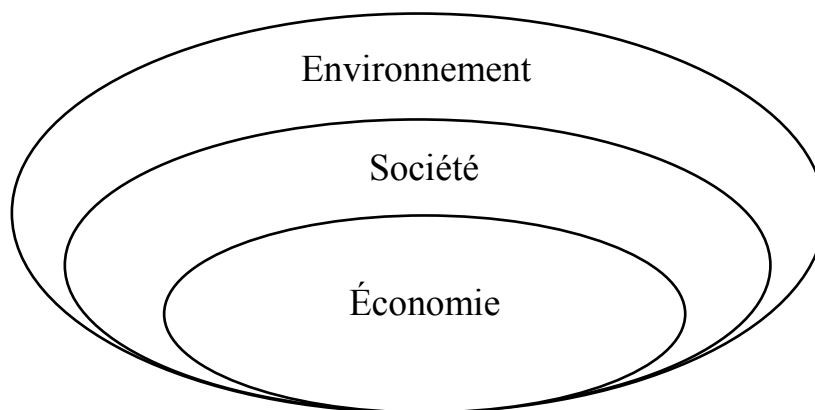


Figure 2.3 – Représentation du DD ancrant l'économie dans la société et l'environnement

Rapport Brundtland

En plus de présenter la politique mondiale nécessaire à l'atteinte d'un DD, *Notre avenir à tous* présente également les conséquences et les problématiques planétaires d'une croissance économique sans limite, basée sur le profit à court terme, comme la dégradation de l'environnement, la consommation imprudente des ressources non renouvelables, ou encore l'inégalité de répartition des richesses et la pauvreté. Il vient également à l'encontre du modèle économique actuel qui encourage la consommation, voire même la surconsommation des biens, menant à une pression considérable sur les ressources disponibles. Le rapport fait état de la conciliation nécessaire de l'économie et de l'environnement pour inverser les tendances actuelles en précisant qu'il n'a pas pour but de favoriser la décroissance au profit de la protection de l'environnement, ni inversement. Le DD est alors défini comme un « *processus de*

changement dans lequel l'exploitation des ressources, le choix des investissements, l'orientation du développement technique ainsi que le changement institutionnel sont déterminés en fonction des besoins tant actuels qu'à venir. » (World Commission on Environment and Development, 1987). Ventilé en trois parties, le rapport présente tout d'abord les préoccupations communes, où le rôle de la politique, de l'économie mondiale et de la coopération internationale, dans ce processus de changement de la société, sont mis en avant. Ensuite, les problèmes communs à gérer sont exposés comme la croissance démographique, la finitude des ressources, l'instauration de la sécurité alimentaire, la nécessité de conservation et protection des espèces végétales et animales ainsi que des écosystèmes, la problématique des énergies et de l'approvisionnement durable, le rôle de l'industrie dans la croissance et le défi urbain. En troisième partie, il est question des efforts communs à fournir concernant la gestion du patrimoine commun (les océans, l'espace et l'Antarctique), le maintien de la paix, de la sécurité, du développement et de l'environnement, et la nécessité d'une action commune notamment via des réformes institutionnelles et juridiques autant à l'échelle locale, nationale ou internationale.

Le rapport Brundtland a suivi le controversé rapport Meadows écrit par le Club de Rome et publié en français en 1972 sous le titre « *Halte à la croissance ?* » (Meadows, Meadows, Randers, & Behrens, 1972). Ce rapport, se basant sur les cinq tendances majeures dans le monde : l'industrialisation accélérée, la rapide croissance démographique, la malnutrition répandue, l'épuisement des ressources non renouvelables et la détérioration de l'environnement, soulignait la nécessité de mettre fin à la croissance économique, démographique et industrielle et de rentrer dans une décroissance globale pour éviter l'effondrement du système planétaire sous ces pressions. La controverse du rapport a été marquée et le rapport Brundtland a été écrit selon un principe fondamentalement opposé soit que la croissance économique, à travers le développement technologique, est nécessaire au processus de changement vers un DD. En effet, le comité voit dans le DD la mise en service de ce développement pour la protection de l'environnement et des causes sociales de l'économie mondiale et prône pour une croissance par le développement de technologies durables permettant d'arriver à ces fins.

L'étape qui a suivi le rapport Brundtland est la Conférence de Rio où, en 1992, plus de 178 pays ont été représentés, donnant naissance à l'Agenda 21, un plan d'action identifiant les domaines

d'intervention où le DD doit s'appliquer, comme la pauvreté, la santé ou encore la pollution. En complément, pour la mise en œuvre de l'Agenda 21, une définition extensive du DD a été donnée avec la déclaration des 27 principes du DD dans laquelle il est question des idéaux et principes du DD comme la paix, la tolérance, l'égalité entre les sexes, la lutte contre la pauvreté, la conservation et la restauration de l'environnement ou encore la conservation des ressources naturelles. Ces principes ont donc pour but de guider les états signataires et leurs organismes publics dans la protection de l'intégrité du système mondial de l'environnement et du développement (ONU, 1992). Par exemple, la Loi sur le développement durable (RLRQ, 2017b), présentée en 2004 par le gouvernement du Québec, s'est inspirée de la déclaration de Rio pour définir 16 principes que doivent prendre en considération l'ensemble des ministères et organismes publics dans leurs interventions en vue d'un DD. À travers cette loi, le gouvernement espère que l'intégration du DD à sa propre gestion permettra de donner l'exemple et influencera l'ensemble des acteurs de la société (MDDELCC, 2018). La conférence de Rio a également abouti à la signature de deux conventions internationales, soit la Convention sur le changement climatique et la Convention sur la diversité biologique. C'est ainsi qu'il a été défini que le DD traite de problématiques d'ordre environnemental, sociétal, économique et politique complexes et difficiles à cerner et nul n'aurait la prétention de tous les résoudre. Cependant, ces problématiques représentent des défis majeurs qu'il convient d'aborder de manière prioritaire (UNESCO, 2012).

2.1.2 L'éducation au Développement durable

Dans cette optique de DD, l'Éducation au Développement Durable (EDD) joue un rôle majeur. L'EDD, qui fait partie des objectifs du DD établis par l'UNESCO, a pour but de donner aux individus les connaissances et le savoir (l'éducation *au sujet* du DD), les compétences et les attitudes (l'éducation *pour* le DD) et les valeurs (éducation *par* le DD) pour faire face aux enjeux présents et futurs en trouvant des solutions aux questions qui menacent la durabilité de notre planète (Bisaillon et al., 2016; Diemer & Marquat, 2014; UNESCO, 2017). Dans les chapitres de l'Agenda 21, la marche à suivre dans de nombreux domaines est mentionnée, allant de l'agriculture à la gestion des déchets, et l'éducation est traitée dans tous les chapitres comme un outil transversal et moyen efficace pour inculquer aux citoyens et futures professionnels les principes du DD. C'est pourquoi, en 2002, les Nations Unies ont déclaré la Décennie pour l'éducation en vue du développement durable (DEDD) pour la période allant de 2005 à 2014

(UNESCO, 2005). L'ONU a vu dans l'EDD un concept élargi qui permet, à travers l'enseignement de connaissances et de principes, d'être au service d'un changement social dans le but de bâtir des sociétés plus durables (UNESCO, 2012).

Lors de la DEDD, les efforts se sont concentrés sur les quatre enjeux majeurs de l'EDD qui sont de 1) promouvoir et améliorer l'éducation de base, 2) réorienter les programmes d'éducation existants dans l'optique du DD, 3) informer et sensibiliser le public à la notion de durabilité et 4) former l'ensemble de la population active (UNESCO, 2005). L'objectif 2 touche de manière très directe les institutions de l'enseignement supérieur qui, de façon prioritaire, se doivent d'endosser la responsabilité de former leurs étudiants afin de créer une société durable se manifestant à travers leurs pratiques personnelles et professionnelles. En effet, plus de 80% des preneurs de décisions autant dans le secteur industriel, des municipalités ou de la politique sont diplômés d'universités (Tilbury, 2013; Wu & Shen, 2016). L'intégration du DD au sein des programmes éducatifs permet de transmettre, à travers les contenus des activités pédagogiques, les concepts du DD. Ces concepts sont devenus indispensables aux étudiants et cette pratique permet surtout de se rapprocher du but ultime qui est l'adoption généralisée de comportements durables.

2.1.3 L'EDD et l'éducation relative à l'environnement

Afin de rester dans le cadre du projet de recherche, la sous-section suivante a pour but d'introduire le débat qui entoure ces deux modèles éducatifs (voir école de pensée) en présentant les principales caractéristiques de chacune des approches à travers les écrits et approches recensés.

Bien que la DEDD semble avoir fait l'unanimité au sein des membres des Nations Unies, les efforts d'intégration des problématiques socio-environnementales ne sont pas nouveaux. Historiquement, lors de la conférence des Nations Unies sur l'environnement humain à Stockholm en 1972 (aujourd'hui considéré comme le premier Sommet de la Terre), la communauté internationale a placé l'environnement comme un enjeu international majeur pour la première fois. La conférence a donné lieu à la déclaration de 26 principes dont le 19^{ème} qui voit dans l'éducation un outil essentiel pour la prise de conscience et la responsabilisation universelles envers les problématiques environnementales (ONU, 1972). Par la suite, les efforts ont été portés par le courant de l'éducation relative à l'environnement (ERE) débuté à

la fin des années 70 avec la Charte de Belgrade, où la définition de l'ERE, ses buts et ses principes ont été définis (UNESCO, 1976), et avec la Déclaration de Tbilissi, où son rôle y est plus approfondie et dont l'objectif ultime est l'engagement et le passage à l'action pour la formation d'acteurs de changement dans une perspective de DD (UNESCO, 1978). L'ERE sert alors exclusivement à la résolution des problèmes causés par l'impact des activités anthropiques sur les systèmes biophysiques en formant « *des individus préoccupés de l'environnement et en mesure de résoudre les problèmes actuels et empêcher qu'il ne s'en pose de nouveaux* » (Sauvé, 2000; UNESCO, 1976). L'UNESCO a joué un rôle dans le développement international de l'ERE avec notamment l'Action du Programme international d'éducation relative à l'environnement, dans le but de faciliter la collaboration et de transférer les connaissances avec la mise en place d'activités en lien avec l'ERE (UNESCO, 1975; Wu & Shen, 2016), ou encore le Congrès international à Moscou en 1987, où une Stratégie internationale d'action en matière d'éducation et de formations relatives à l'environnement pour les années 1990 a été définie (UNESCO, 1987). À travers les années, les conférences et les publications, l'ERE a donné un sens plus large au terme environnement considérant les aspects sociaux, humains ou encore culturels au même titre que les problématiques purement écologiques. À cette époque, l'ERE est alors le cheval de bataille de l'UNESCO avant que cette dernière ne se consacre presque plus qu'exclusivement à l'EDD à la fin des années 1990 car, comme mentionné précédemment, les actions de l'UNESCO telles que l'AGENDA 21 ou la DEDD ont été bien reçues et très suivies par la communauté internationale témoignant de ce changement de l'ERE vers l'EDD (Sauvé, 2000; Sherren, 2008). Cependant, la primauté donnée à l'EDD et au concept du DD aux dépens de l'ERE fait débat parmi les acteurs de cette dernière et malgré le développement très rapide de l'EDD, l'ERE continue ses travaux de recherches et de publications de manière indépendante.

L'ERE est portée principalement par le milieu associatif comme les militants pour la protection de la nature, tandis que le DD est un projet socio-politique à l'échelle internationale dont l'application dans les pays développés et en développement se fait de manière très différente à cause du manque de clarté dans le concept de DD (Prevost, 2013). Afin de comprendre les débats, il faut définir chacun des modèles éducatifs. Tout d'abord, plusieurs visions de l'ERE ont été données, certains considérant l'environnement comme étant tout ce qui nous entoure (McInnis, 1973), d'autres comme une notion beaucoup plus rattachée

à l'écologie et aux sciences de l'environnement ou encore à l'écocitoyenneté par l'inculcation de valeurs et de comportements respectueux de l'environnement et d'autrui. Elle s'est alors vu freinée à cause de cette multitude de conceptions, empêchant l'établissement de valeurs sûres et normalisées et son intégration dans les systèmes éducatifs (Villemagne, 2010). Actrice majeure de l'ERE, Lucie Sauvé lie trois sphères que sont l'identité personnelle, l'altérité et le rapport à autrui, et puis l'environnement, dans laquelle s'inscrit l'ERE, et où l'on apprend à devenir des utilisateurs et gardiens de notre *Oïkos*, la maison de vie que l'on partage entre nous et avec les autres vivants (Sauvé, 2000). L'ERE est modélisée comme une approche ascendante (*bottom-up*) qui vise à agir sur les individus en leur inculquant des valeurs en lien avec la nature et en leur permettant de reconstruire leur rapport à l'environnement (Villemagne, 2010). Cette proposition conceptuelle est très axée sur l'individu. Malgré cette proposition, les limites de l'ERE sont reconnues dans ce domaine. La réduction de l'ERE a un aspect pratique et instrumental dans la résolution de problèmes au lieu d'une démarche permettant le développement de compétences éthiques et critiques, l'a empêché de remplir sa mission (Sterling, 1996; Van Matre, 1990).

En effet, lors des conférences de Rio (1992) et Johannesburg (2002), il a été mis en évidence la difficulté des acteurs de la communauté internationale à solutionner les problématiques environnementales. La difficulté qu'a rencontré l'ERE est due au fait qu'elle est perçue comme radicale pour avoir une influence sur les décideurs et surtout assez ancrée sur l'enseignement aux sciences de l'environnement, du fait de la sémantique employée (Sauvé, 2000). C'est pourquoi, l'ERE a alors été placée dans une perspective de l'EDD où elle y représente la sphère environnementale. Cependant, les acteurs de l'ERE estimant que l'EDD ne partage pas les mêmes valeurs et principes que l'ERE, voyant dans l'EDD la mise de côté de l'environnement au profit du pôle économique. La critique portée par les acteurs de l'ERE est d'avoir discrédité l'ERE sans faire état des applications et avancées que cette dimension de l'éducation apportait. Le changement éducatif a par la suite été lancé et l'EDD a pris la suite de l'ERE. Porté par une philosophie similaire à l'ERE dans le lien qu'elle fait entre l'économie et l'environnement, le DD toutefois garde la ligne de conduite du développement en considérant l'environnement comme une contrainte à considérer. (Gendron, 2006; Villemagne, 2010)

L'EDD s'appuie sur la notion de DD qui est une approche descendante (*top-down*) et se veut rassembleur au niveau des décideurs. L'EDD ne se voulait pas critique ou venir à l'encontre des principes de l'ERE mais plutôt comme un nouveau mouvement plus complet, global et surtout plus rassembleur. L'expression utilisée a fait sa réussite car les termes comme *écologie* et *environnement* sont mis de côté au profit de *développement* et *durable* qui sont des termes plaisant davantage aux décideurs politiques et économiques (Bader & Sauvé, 2011; Sauvé, 2011). Ainsi, c'est pourquoi lors des conférences, le DD a été bien reçu et apprécié de la sphère politique et économique se voyant moins conflictuelle qu'une approche purement écologique ou environnementale. Malgré les controverses qui estiment le DD comme un projet politique tentant de réconcilier développement et l'environnement (Gendron, 2006; Pache, Bugnard, & Haerberli, 2011; Villemagne, 2010), le DD reste un mouvement rassembleur des acteurs politiques, économiques, sociaux et écologiques (Gendron, 2006; Guay, Doucet, Bouthillier, & Debailleul, 2004; Pache et al., 2011). Il a surtout permis de sortir de l'impasse où se dirigeait le mouvement environnementaliste en ouvrant le dialogue au monde de l'entreprise, de la politique et économique où l'environnement est devenu un passage quasi obligé pour les décideurs (Sauvé, 2000).

Le DD offre la possibilité de prendre en compte les atteintes à l'environnement (pollutions, déforestation, menaces sur la biodiversité), la dénonciation des disparités et inégalités de répartition des richesses ou de l'accès aux ressources et à l'eau potable. Il veut être vu comme une remise en cause du modèle de croissance économique basé sur le profit à court terme et la production de masse sans égard aux impacts causés (Pache et al., 2011). Cependant, il n'entre pas dans un modèle de décroissance économique, mais plutôt de développement permettant d'assurer une production suffisante pour satisfaire les besoins de la population (pilier économique), réduire les inégalités sociales (pilier social) et éviter la dégradation de l'environnement (pilier environnement). La définition du DD a fait objet de controverses notamment à cause des nombreuses interprétations possibles dû au manque de définition concrète (Bisaillon et al., 2016; Chatouani, 2014). Ce manque de sens donné à l'expression proviendrait d'un consensus notable de la Conférence de Rio pour éviter que les parties soient en désaccord dans la définition du principe (Chatouani, 2014). La controverse majeure est qu'aujourd'hui le terme durable est utilisé par de nombreux acteurs de la société mais, du fait

de son manque de clarté, est aussi utilisé par les pires pollueurs industriels. (Bader & Sauvé, 2011; Bisaillon et al., 2016; Pache et al., 2011).

De plus, il a été mentionné que le développement durable serait un oxymore, car le développement est par définition un processus ne pouvant se perpétuer qu'au prix de l'exploitation des populations et ressources environnementales, donc au détriment de la durabilité. Ainsi, les tensions portent principalement sur les contradictions de développement et environnement, puisque ce premier est axé sur la croissance économique et l'idéologie du progrès voyant l'adoption de mesures pour améliorer la qualité de l'environnement comme un frein à la croissance (Latouche, 2002; Legardez, 2011; Sauvé, 2000; Simonneaux, 2011). En opposition à l'ERE, il a été jugé que l'EDD ne se voulait pas assez dans une optique de changement de comportement, mais plus dans une optique de progrès technique mis au service de la protection de l'environnement. Il est également estimé que le DD devrait constituer un défi plus humain que technologique dans le sens où les changements doivent s'opérer à l'échelle de l'individu étant donné les limites réelles des technologies face au modèle de surconsommation populaire (Bisaillon et al., 2016; Meadows, 2008) (voir sous-section 2.2.1).

Dans les deux approches l'importance des trois sphères est marquée mais les motivations seraient différentes. Pour plusieurs, dans le cas du DD, l'aspect politique fait que les projets seraient toujours prioritairement vus selon l'aspect économique et de rentabilité, avec les deux autres sphères comme étant des contraintes à considérer dans le projet tandis qu'en ERE, les raisons d'un projet seraient prioritairement socio-environnementales. Malgré cela, l'aspect économique devra être considéré pour assurer la viabilité du projet mais en devient alors la contrainte. En DD il est considéré qu'étant donné que l'économie est le moteur, le projet est vivant tant que les bénéfices seront importants mais probablement aux dépens du social et/ou de l'environnement (Guay et al., 2004). Pour finir, l'EDD est vue comme un guide au lieu d'un accompagnateur, qui ne permettrait pas le développement de soi, la réflexion par soi-même et l'esprit critique nécessaire à la prise de décision, mais plutôt une éducation à l'application de pratiques contrairement à l'ERE (Partoune, 2011; Simonneaux, 2011).

Comme mentionné tout au long de cette sous-section, les débats sur l'EDD et l'ERE sont encore nombreux et animés. Le but de cette revue de littérature est de présenter chacune des approches sans prise de position pour l'une ou l'autre. Toutefois, dans ce projet de recherche,

l'approche qui a été privilégiée est celle de l'EDD sachant que c'est elle qui s'approche le plus de l'état d'esprit actuel de la formation en génie, avec la perspective de développement de solution technologique permettant d'espérer plus de chance de succès. Ceci n'écartera pas la validité ou la pertinence de refaire la réflexion de ce projet de recherche suivant un angle ERE et de voir quelle approche pédagogique et quels outils autres que les outils du cycle de vie pourraient être considérés. L'utilisation de l'approche cycle de vie et de ses outils associés pour contextualiser les problématiques de la société actuelle, qu'elles soient environnementales, économiques ou sociales aux ingénieurs est présentée dans la section 2.2.

2.2 L'approche cycle de vie comme outil du DD

2.2.1 L'équation IPAT

L'idée de DD est venue de la prise de conscience des impacts des activités humaines sur l'environnement dans les années 70 (Holdren & Ehrlich, 1974). La quantification des impacts environnementaux a été source de débats quant à la manière d'exprimer mathématiquement les facteurs provoquant ces impacts mais elle permet tout de même de mettre en contexte les possibilités d'intervention des ingénieurs. L'équation IPAT a été exprimée :

Équation 2.1 : $I = PAT$

Où I est l'impact sur l'environnement, P la population de l'aire sous étude, A le niveau de vie, l'abondance de biens de consommation (consommation/pers, aidé par le PIB/pers) et T le niveau de développement technologique (impact environnemental/PIB création, transport et disposition des biens). (Holdren & Ehrlich, 1974)

La formule exprime alors que les impacts environnementaux sont contrôlés par le nombre de personnes sur Terre, leur richesse et l'impact environnemental des technologies. Les scientifiques Ehrlich, Holdren, Julian Simon et Commoner ont alors débattu sur les composantes de l'équation (Chertow, 2000). Les deux premiers accordent un rôle plus important à la variable P en disant que l'augmentation de la population induit une augmentation de l'utilisation des terres, des ressources et de la consommation provoquant par conséquent de plus grands impacts environnementaux (Chertow, 2000). Ils prônent alors pour un contrôle de la population, telle la politique de l'enfant unique en Chine en place jusqu'en 2015 pour des problématiques autres que celles environnementales (Bougon, 2015).

Par opposition, Julian Simon voit des signes de prospérité dans l'augmentation de la population, de la production et des profits considérant que le travail sert, non plus à la survie, mais au confort

et à la fortune. Cependant, bien que la variable A reste quasi identique (dû au fait que plus la population grandit plus la consommation totale augmente), l'augmentation de la population (variable P) engendre bel et bien un plus grand impact sur l'environnement (I). La vision que prône Simon se focalise sur les biens matériels mais ne considère pas les ressources naturelles qui s'en voient exploitées jusqu'à l'épuisement.

Enfin, Commoner soutient que l'impact environnemental provient principalement de la production des technologies (variable T) et qu'il est primordial d'en réduire les impacts. De 1950 à 2010, il a été constaté une augmentation majeure de la population mondiale (variable P) et des biens possédés par personne (variable A) menant à une augmentation des impacts environnementaux (I) signifiant que les améliorations technologiques n'ont pas été suffisantes (variable T) pour maintenir constants et encore moins réduire les impacts environnementaux (Moltesen & Bjørn, 2017). Cette observation confirme alors le besoin d'agir sur la variable T grâce aux progrès technologiques, cependant, même si son influence dans l'équation diminue, tant que la population (variable P) et la consommation augmenteront (variable A), l'impact sur l'environnement (variable I) continuera d'augmenter.

Ainsi, il semble tout aussi important d'agir à la fois sur la croissance de la population, sur l'amélioration des performances technologiques et sur la problématique de la surconsommation. En effet, un mode de vie basé sur la simplicité volontaire, où les biens possédés ne sont que les biens nécessaires, permettrait de réduire l'impact environnemental causé par la variable A. C'est pourquoi, les technologies ayant une meilleure efficacité environnementale couplées à la prise de conscience de la population du besoin d'arrêter la surconsommation permettrait de réduire de manière significative les impacts environnementaux. La réduction des impacts environnementaux causés par la variable T est donc une des responsabilités des ingénieurs qui, dans leur production technologique, se doivent éthiquement d'innover, de concevoir et de penser à des solutions moins dommageables pour l'environnement, par exemple, en concevant des produits réparables, réutilisables et/ou recyclables (Institut de l'économie circulaire, 2017). La mesure et la réduction des impacts environnementaux de leurs travaux (produits, systèmes ou services) peuvent être faites en s'aidant, notamment, des outils d'analyse environnementale et de l'Approche Cycle de Vie qui leur sont disponibles. L'ACV peut alors être vue comme une

méthodologie permettant d'améliorer l'une des dimensions de l'équation IPAT, en l'occurrence la variable technologique T. (Moltesen & Bjørn, 2017)

2.2.2 L'approche cycle de vie

L'Analyse environnementale du cycle de vie (AECV), l'Analyse de risque et l'Étude d'Impact Environnemental (EIE), par exemple, font partie de ces outils. Chacun d'entre eux possède des avantages et des inconvénients différents et sont choisis selon l'application envisagée. L'AECV détermine les impacts potentiels d'un site générique ou d'un produit tandis qu'une analyse de risque évalue le risque ou la probabilité d'effets extrêmes d'une installation spécifique, la toxicité humaine et l'écotoxicité utilisant des concentrations de substance considérées comme sûres contrairement à l'AECV. La Figure 2.4 illustre l'avantage temporel de l'AECV, puisqu'elle prend en compte l'ensemble du cycle de vie, et l'avantage spatial de l'EIE, qui permet d'avoir une analyse spécifique du site en prenant en compte l'ensemble des particularités de la région. Ces deux outils se voient complémentaires et le choix d'utilisation dépend alors des objectifs à atteindre (Jolliet, O.; Saadé, M.; Crettaz, P.; Shaked, 2017).

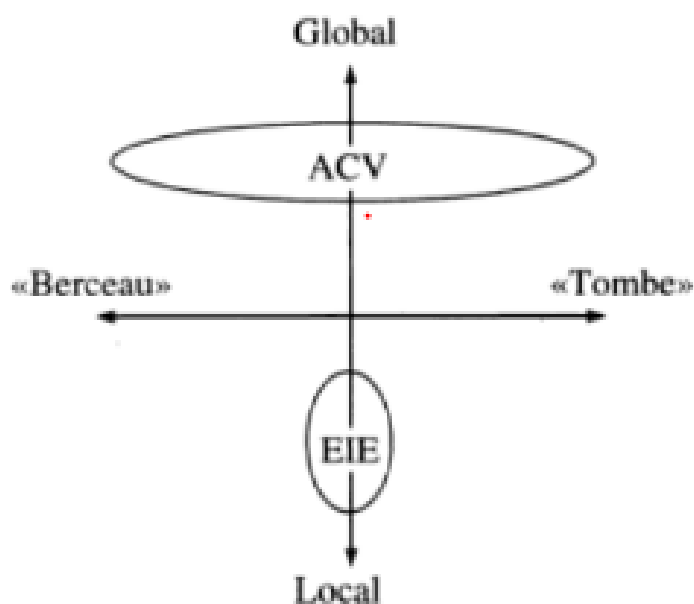


Figure 2.4 – Comparaison spatiotemporelle de l'AECV et de l'EIE (Jolliet et al., 2017)

Dans le cadre de ce projet, il a été choisi d'utiliser les outils de l'ACV pour illustrer et appliquer les principes du DD. En effet, ces outils répondent aux exigences du DD en prenant en compte toutes les relations existantes entre un produit ou un service et son environnement à la fois

écologique, économique et social, et ce, tout au long de son cycle de vie. Ainsi, en considérant le cycle de vie complet, de l'extraction des matières premières jusqu'à leur élimination finale (voir Figure 2.5), il est possible de mieux éclairer les décisions en vue d'éviter les transferts de problèmes d'une étape du cycle de vie à une autre ou d'un type d'impact à un autre. Le principal avantage de cette pratique est dans son côté pratique, holistique et systémique permettant d'obtenir une évaluation des impacts de produit ou de service sur tout le cycle de vie. Cependant, il est à préciser que les résultats représentent une évaluation des impacts potentiels et n'est pas spécifique à un emplacement défini.



Figure 2.5 – Cycle de vie d'un produit (tiré de (Artogreen, 2016))

2.2.3 L'analyse environnementale du cycle de vie

L'ACV est aujourd'hui appliquée à travers trois outils présentés dans cette sous-section. L'AECV est l'outil qui agit sur le levier T de l'équation IPAT, c'est-à-dire les impacts environnementaux des technologies. Elle peut être utilisée dans un but d'écoconception, de comparaisons entre différents produits remplissant la même fonction ou encore de choix de stratégie politique. L'AECV s'est développée très rapidement au cours des trente dernières années et est fortement utilisée comme un outil de mesures des impacts environnementaux aussi

bien en recherche, en industrie que pour appuyer des politiques et des réglementations gouvernementales. Dans les années 1990, le développement méthodologique approfondi de l'AECV par la Société de toxicologie et chimie environnementales (SETAC) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) incluant l'aspect normatif par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) lui a permis de prendre son essor. L'AECV permet l'évaluation des différentes problématiques environnementales selon une approche systémique sur l'ensemble du cycle de vie d'un produit ou d'un service selon leur fonctionnalité tout en permettant d'éviter le transfert de problèmes d'une étape du cycle de vie à une autre ou d'une catégorie d'impacts à une autre (ex : changements climatiques, déplétion de la couche d'ozone, toxicité aquatique). L'analyse permet alors d'identifier les points sur lesquels le produit ou le système étudié peut être amélioré d'un point de vue environnemental. Selon (ISO, 2006), une ACV se déroule selon quatre phases itératives visibles dans la Figure 2.6.

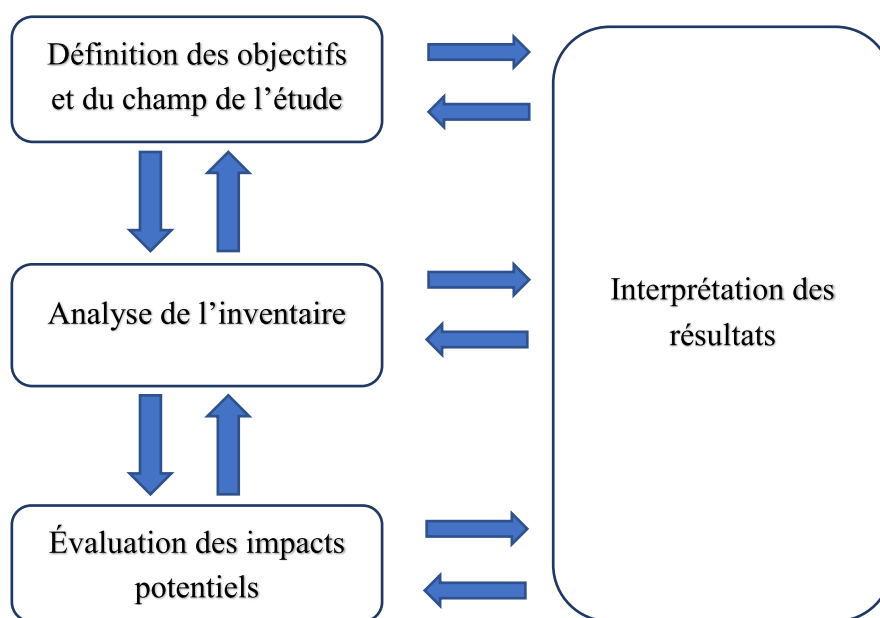


Figure 2.6 – Cadre de l'ACV (selon ISO, 2006)

La définition des objectifs et du champ de l'étude

C'est au cours de cette première phase qu'il faut définir le plus explicitement possible le cadre méthodologique afin de mettre en œuvre l'AECV. L'objectif de l'étude peut être à des fins de comparaison (avec un autre produit offrant une fonctionnalité similaire), d'écoconception (pour réduire les déchets, les rejets...) ou commercial (pour obtenir des certifications, posséder une image verte...). Cette phase comporte les éléments primordiaux à l'AECV comme la fonction

du système, l'unité fonctionnelle, les frontières du système, les hypothèses, les méthodes d'allocation et les catégories d'impacts choisies entre autres. L'unité fonctionnelle est un élément clé de cette première phase car elle permet d'établir la référence selon laquelle les intrants et les extrants du système seront rapportés et selon laquelle l'analyse sera menée. Dans le cas d'une analyse comparative, il est primordial, d'établir une unité fonctionnelle représentant la fonctionnalité principale qui doit être identique pour les deux systèmes ou produits comparés. Le flux de référence découle de l'unité fonctionnelle, il s'agit des quantités de produits nécessaires et achetées pour remplir cette fonction (Jolliet et al., 2017). Les frontières du système permettent par la suite de définir les processus élémentaires qui doivent figurer dans l'étude et ceux qui n'en feront pas partie. Cette phase permet aussi d'identifier le type d'AECV que l'on veut effectuer comme par exemple une analyse appelée du berceau au tombeau, où l'on prend toutes les étapes du cycle de vie en considération ou encore du berceau à la porte où l'on va regarder uniquement les étapes précédant l'étape d'utilisation (soit extraction des matières premières et fabrication).

L'analyse de l'inventaire

La phase d'inventaire du cycle de vie suit la première phase et permet d'inventorier les données d'entrée et de sortie liées au champ d'étude et rapportées au système ou produit étudié. Ainsi, un travail de collecte de données est nécessaire pour atteindre les objectifs de l'étude définie. Cette phase est la plus exigeante en termes de temps et de ressources. Il faut, pour chacun des flux élémentaires pertinents pour le cycle de vie des produits étudiés, dresser un inventaire des entrants (eau, énergie et matières premières consommées) et des sortants (rejets dans l'air, l'eau et le sol). Cet inventaire peut faire appel à des données primaires (provenant des clients, constructeurs, fournisseurs ou de mesures effectuées) ou à des données secondaires (provenant de base de données génériques ou de littérature spécialisée) se trouvant dans les logiciels d'AECV. Cette phase permet donc de quantifier les émissions des polluants

L'évaluation des impacts potentiels

La phase d'évaluation de l'impact du cycle de vie est la troisième phase de l'ACV. Son objectif consiste à évaluer la portée des impacts environnementaux potentiels en utilisant les résultats de l'inventaire du cycle de vie. Elle constitue un processus quantitatif et qualitatif qui permet d'identifier, de caractériser puis d'évaluer les impacts potentiels.

Selon (ISO, 2006), les éléments obligatoires de l'évaluation des impacts du cycle de vie sont :

- La sélection des catégories d'impacts, des indicateurs de catégories et des modèles de caractérisation
- L'affectation des résultats de l'inventaire du cycle de vie aux catégories d'impact sélectionnées (classification)
- Le calcul des résultats d'indicateurs de catégorie (caractérisation).

Le but de l'analyse des impacts est de relier les données de l'inventaire aux dommages environnementaux causés. Ainsi, il est utile de grouper les résultats d'inventaire ayant des effets similaires (destruction de la couche d'ozone, acidification aquatique, eutrophisation aquatique...) dans des catégories d'impact appelées catégories intermédiaires. L'étape suivante permet de relier ces catégories intermédiaires entre elles selon les dommages qu'elles engendrent sur les changements climatiques, la santé humaine, la qualité des écosystèmes et les ressources entre autres. Différentes méthodes permettent d'obtenir uniquement des résultats sur les catégories intermédiaires comme TRACI, Ecofacteurs 97 ou encore CML, uniquement sur la catégorie dommage comme Eco-Indicator 99 ou sur les deux types de catégories (problèmes et dommages) comme IMPACT 2002+, LIME ou ReCiPe par exemple. Il est à noter que chacune de ces méthodes n'ont pas le même nombre de catégories et les mêmes catégories prises en compte. Par exemple, la méthode IMPACT 2002+ comporte 15 catégories d'impacts intermédiaires, affectées à quatre catégories de dommages (santé humaine, qualité des écosystèmes, changement climatique et ressources). Chacune de ces catégories permet de comparer les composantes l'affectant et exprime les résultats en unité équivalente d'une substance de référence (voir Tableau 2.1).

Afin de quantifier l'impact des émissions et des extractions d'une substance sur une catégorie définie, les méthodes font appels à des facteurs de caractérisations intermédiaires et de dommages. Lors du passage de l'inventaire en impacts intermédiaires, la modélisation de l'impact environnemental se fait en multipliant les masses émises ou extraites des substances par leur facteur de caractérisation intermédiaire puis en les sommant afin d'obtenir un score d'impact intermédiaire. Pour le passage d'intermédiaires à dommages, il suffit de répéter la manipulation, cette fois-ci en multipliant les facteurs de caractérisations de dommages et les scores d'impact intermédiaires puis en les sommant afin d'obtenir le score de caractérisation de

dommages. Quand le système est relativement simple, ces étapes peuvent se faire à l'aide d'un calcul matriciel mais dès que les processus unitaires sont trop nombreux, il est préférable de procéder à l'aide de logiciels de modélisation tels SimaPro ou Gabi.

Les éléments facultatifs de l'évaluation des impacts incluent une normalisation, un regroupement et une pondération. La normalisation a pour but de rapporter les résultats de la caractérisation des impacts à des valeurs de normalisation servant de références correspondant à un effet total (régional, national ou mondial). Le regroupement est un processus qualitatif qui implique le tri et/ou l'attribution de rangs. La pondération permet de définir la valeur sociale accordée aux différents types d'impacts au travers de facteurs de pondération selon différentes visions, égalitaire (pondération égale pour chacune des catégories), anthropocentriste (pondération supérieure pour la santé humaine), éco-centriste (pondération supérieure pour la qualité des écosystèmes)...

Tableau 2.1 - Catégories intermédiaires, de dommages et unité de dommage avec substance de référence pour la méthode IMPACT 2002+ (adapté de (Joliet et al., 2017)).

Catégories intermédiaires	Catégories de dommages	Unité de dommages
Toxicité humaine (cancérigène)	Santé Humaine	[DALY / kg chlorure de vinyle]
Toxicité humaine (non cancérigène)		[DALY / kg chlorure de vinyle]
Effets respiratoires inorganiques		[DALY / kg PM _{2.5}]
Radiations ionisantes		[DALY / Bq Carbone-14]
Destruction de la couche d'ozone		[DALY / kg CFC-11]
Effets respiratoires organiques		[DALY / kg éthylène]
Écotoxicité aquatique	Qualité des écosystèmes	[PDF.m².an / kg triéthylène glycol]
Écotoxicité terrestre		[PDF.m².an / kg triéthylène glycol]
Acidification / eutrophisation terrestre		[PDF.m².an / kg SO ₂ éq dans l'air]
Acidification aquatique		En développement
Eutrophisation aquatique		En développement
Occupation des sols		[PDF.m².an / m² terre arable organique]
Changement climatique	Changement climatique	[kg CO ₂ / kg CO ₂]
Extraction de minerai	Ressources	[MJ primaire / MJ primaire] ou [MJ/ kg Fe éq]
Énergie non renouvelable		[MJ primaire / MJ surplus] ou [MJ/ kg pétrole brut]

L'interprétation des résultats

Cette dernière phase permet alors de comparer les impacts environnementaux d'un produit par rapport à un autre ou d'identifier les points (étape du cycle de vie ou substance utilisée) où une amélioration peut être envisagée. Les recommandations et les conclusions qui en découleront permettront de diriger les acteurs lors de la prise de décision tout en respectant les objectifs définis dans la première phase. Des contrôles permettant d'analyser la qualité et la robustesse des données peuvent être effectués comme les analyses de sensibilité, les analyses des incertitudes, les contrôles de qualité... Par exemple, l'analyse de sensibilité permet de solidifier les résultats. Il s'agit d'effectuer la modélisation selon une autre méthode de caractérisations et de comparer les conclusions et tendances en découlant avec la première modélisation. Les variations des paramètres et des hypothèses permettent aussi de visualiser l'influence qu'ils ont sur les résultats.

L'ACV étant un processus itératif, ces quatre étapes peuvent se répéter de manière à ce que les données de l'inventaire et les résultats de l'évaluation d'impact soient les plus justes possibles scientifiquement et techniquement. Une revue critique externe peut être nécessaire en cas de volonté de divulgation au public durant laquelle, un panel d'experts vérifiera la conformité de l'analyse (méthodes et données utilisées) avec les lignes directrices de l'ISO.

2.2.4 L'analyse sociale du cycle de vie

Ensuite, pour agir sur le levier social et le levier économique, deux autres outils, l'analyse sociale du cycle de vie (ASCV) et l'analyse des coûts du cycle de vie (ACCV) ont été développés selon la même approche.

L'ASCV est une analyse sociale et socio-économique du cycle de vie permettant d'évaluer les impacts sociaux et socio-économiques (réels et potentiels) positifs et négatifs tout au long du cycle de vie du produit ou du service étudié (United Nations Environmental Program, 2009). La structure suit les étapes établies dans les normes ISO 14040 et 14044 de l'AECV pour garder la cohérence des outils mais est ajustée pour inclure les particularités des impacts sociaux. Ceux-ci se retrouvent dans les *Lignes directrices pour l'analyse du cycle de vie des produits* écrites en 2009 grâce à la collaboration de la SETAC et du PNUE. Une ASCV devrait être conduite par une entreprise pour améliorer sa performance sociale pour tendre vers une production socialement responsable,

évaluer les risques liés à son activité ou encore obtenir des certifications dans un but d'améliorer son image populaire.

Tableau 2.2 – Catégories et sous-catégories mesurables lors d'une ASCV (adapté de (United Nations Environmental Program, 2009))

Catégories de parties prenantes	Sous-catégories
Travailleurs	Liberté d'association et de négociations collectives Travail des enfants Salaires Heures de travail Travail forcé Égalité des chances/Discrimination Santé et sécurité Avantages sociaux/Sécurité sociale
Consommateurs	Santé et sécurité Mécanisme de rétroaction Protection de la vie privée Transparence Responsabilité en fin de vie
Communautés locales	Accès aux ressources matérielles Accès aux ressources immatérielles Délocalisation et migration Héritage culturel Conditions de vie saines et sûres Respect des droits autochtones Engagement communautaire Emploi local Conditions de vies sûres
Sociétés	Engagement public sur les enjeux du développement durable Contribution du développement économique Prévention et médiation des conflits armés Développement technologique Corruption
Acteurs de la chaîne de valeurs n'incluant pas les consommateurs	Saine concurrence Promouvoir la responsabilité sociale Relations avec les fournisseurs Respect des droits de propriété intellectuelle

De manière similaire à l'AECV, la première étape consiste en la définition des objectifs et du champ de l'étude où il est identifié le but et les frontières de l'étude. L'étape d'inventaire permet d'évaluer les performances en ce qui a trait aux problématiques étudiées, comme par exemple le respect des droits humains, des conditions de travail ou la santé et sécurité au travail, en collectant le plus de données possibles sur le fonctionnement de l'entreprise. Ces informations sont difficiles à obtenir sans l'entière collaboration de l'entreprise sous étude. C'est pourquoi il est préférable de faire l'analyse lorsque l'initiative provient de l'entreprise, représentant du même fait la principale limite de l'analyse. Lors de l'étape d'évaluation des impacts, les

catégories et sous-catégories à mesurer, représentant les problématiques sociales et socio-économiques, sont définies permettant de caractériser les données de l'inventaire (voir Tableau 2.2).

Il est à noter qu'à l'heure actuelle, aucun consensus n'a été acté concernant l'approche préférentielle pour la notation des impacts sociaux, celle-ci pouvant être qualitative, semi-quantitative ou quantitative. La dernière étape d'interprétation consiste à identifier les enjeux significatifs qui ressortent de l'étape d'évaluation des impacts afin d'émettre des recommandations quant aux améliorations possibles puis d'évaluer le degré d'exhaustivité et de cohérence de l'étude effectuée afin de s'assurer que l'analyse est de qualité.

L'ASCV est un outil en développement et avant d'obtenir des normes dictant son utilisation il est nécessaire de conduire une multitude d'études de cas et de recherches pour adapter les lignes directrices de 2009. Les principales limites sont le besoin d'engagement de l'entreprise évaluée, le manque de méthode universelle d'évaluation d'impacts et le fait que beaucoup de données ne sont pas quantifiables faisant donc appel à un jugement pouvant altérer les résultats si celui-ci n'est pas objectif. (United Nations Environmental Program, 2009)

2.2.5 L'analyse des coûts du cycle de vie

L'ACCV, par une estimation des coûts d'un produit sur tout son cycle de vie, permet d'identifier les étapes et composantes du produit ou service analysé, représentant le coût le plus important dans le but de supporter une prise de décision. L'ACCV peut être utilisée comme un outil de planification, un outil d'optimisation, un outil d'identification des points chauds en termes économiques ou encore pour évaluer les décisions d'investissement. L'analyse peut aussi bien être effectuée a priori, où les éléments qui vont apparaître dans l'ACCV seront uniquement des projections et estimations de coûts, qu'à posteriori, où l'on va adopter une approche rétrospective basée sur les résultats et faits observés. Elle se différencie de l'analyse d'impacts économiques (AIE) car cette dernière vise à mesurer les impacts d'un projet ou d'une politique sur les dynamiques des activités économiques d'une espace géographique précis. L'AIE mesure par exemple le nombre d'emplois créés, le PIB généré, les revenus directs ou de taxes... L'Analyse coûts-bénéfices (ACB) est également différente de l'ACCV car elle vise à quantifier les répercussions socio-économiques par unité d'investissement. L'ACB va permettre d'identifier dans quel projet il est préférable d'investir afin d'en retirer le plus de bénéfices

possibles. En comparaison avec les deux autres analyses, l'ACCV va permettre d'évaluer la rentabilité économique d'un projet en prenant en considération tous les coûts liés à son cycle de vie allant des coûts des matières premières jusqu'aux coûts de fin de vie. Le cadre méthodologique de l'ACCV est encore en développement mais une adaptation au cadre de l'AECV a été effectuée dans les années 2000.

Il est possible de conduire une ACCV selon trois approches. Dans le cas de l'ACCV conventionnelle, l'analyse peut se faire selon la perspective producteur ou consommateur, où la perspective producteur va inclure les coûts initiaux (conception, recherche et développement, d'acquisitions des intrants, de construction, intérêts de prêts...), les coûts de marketing, les coûts d'opération (énergie et combustibles) et autres, tandis que pour la perspective consommateur, les coûts seront les coûts d'acquisition du produit, les coûts d'entretien, les coûts de remplacement, les coûts de revente, les coûts d'assurances (voiture et immobilier par exemple)...

Pour l'ACCV environnementale, les coûts externes à être internalisés sont rajoutés aux coûts de l'ACCV conventionnelle incluant par exemple les coûts résultant d'une pollution ou d'impacts sociaux. Une externalité est « *le fait que l'activité de production ou de consommation d'un agent affecte le bien-être d'un autre sans qu'aucun des deux reçoive ou paye une compensation pour cet effet* » (Henriet, 2018). Par exemple, dans le cadre d'un projet de construction d'une autoroute proche d'une zone résidentielle, les externalités possibles seraient la réduction de la valeur des maisons proches de l'autoroute à cause de l'augmentation du bruit. En ACCV conventionnelle, ces coûts ne seront pas inclus par contre ils seront inclus en ACCV environnementale, la valeur monétaire de cet impact étant déjà quantifiée. Ainsi, parmi ces externalités, on retrouvera les coûts nécessaires pour remédier à un impact, la volonté de payer pour éviter un dommage, les coûts liés à une pollution quelconque ou encore les coûts de traitement des matières résiduelles. Par exemple, des droits d'émission de gaz à effet de serre peuvent être inclus comme représentant un certain montant par tonne de CO_{2eq} émis.

La dernière approche est l'ACCV sociétale et consiste à considérer l'ensemble des coûts assumés par la société qu'ils soient internes ou externes. Par exemple, en ACCV conventionnelle, les coûts liés aux émissions de polluants et à la fin de vie d'une voiture ne seront pas inclus dans l'approche producteur ou consommateur. En ACCV environnementale,

les coûts de pollution y seront rajoutés étant considérés comme une externalité et les coûts liés à la fin de vie de la voiture seront inclus en ACCV sociétale, étant donné que ce sont des coûts assumés par une entité de la société. Ainsi les ACCV environnementale et sociétale requièrent d'évaluer et de donner une valeur monétaire aux externalités comme les dommages environnementaux (ex : perte de la biodiversité) ou sociaux (ex : effets néfastes sur la santé). (Hunkeler, Rebitzer, & Lichtenvort, 2008; Rödger, Kjær, & Pagoropoulos, 2017)

Ces deux derniers outils sont en phase d'être intégrés aux normes ISO afin d'être effectués en parallèle et en cohérence avec l'AECV (Jolliet et al., 2017). En 2017, une Analyse de la durabilité du cycle de vie (ADCV) est de plus en plus d'actualité et devrait permettre d'obtenir, à partir des résultats des trois outils, une évaluation quantitative des impacts d'un produit selon les trois piliers du DD et ainsi devenir le modèle de référence (Guinée, 2016). Cette approche part du principe fondamentale inhérent à l'ADCV, qui est le fait de supposer que le DD peut être vu comme une conciliation entre les dimensions environnementale, sociale et économique. Ainsi, partant du principe qu'un gain dans une dimension peut mener à une diminution de performance dans une autre, obtenir un bon résultat en ACCV et en ASCV serait supporté par la mauvaise performance en AECV ce qui, à long terme, ne permettrait pas de rencontrer l'objectif du DD qui est la durabilité. (Moltesen & Bjørn, 2017)

Ainsi, l'ADCV se présente comme un outil qui potentiellement aiderait aux prises de décisions dans le cadre du DD cependant, comme mentionné dans le paragraphe précédent, les améliorations technologiques en termes d'efficacité environnementale se trouveront toujours insuffisantes tant que la population continuera sa croissance exponentielle et que la surconsommation restera le mode de vie privilégié.

2.3 Formation : intégrations recensées dans la littérature

Le DD représente le changement de fonctionnement que la société doit adopter étant donné la constante augmentation de la population et les limites des ressources planétaires. L'éducation se voit être l'outil le plus efficace pour inculquer aux citoyens et futures professionnels les principes du DD. L'EDD permet de mettre en place des enseignements et des apprentissages afin d'expliquer et de comprendre le sens de durabilité. Les institutions de l'enseignement supérieur endossent la responsabilité de former leurs étudiants afin de créer une société durable se manifestant à travers les pratiques personnelles et professionnelles de ces futurs leaders. La formation au DD est primordiale à la fois pour l'exercice de leur future profession mais également pour le développement de leur sens d'écocitoyenneté. En ayant connaissances des problématiques économiques, sociales et environnementales, les étudiants auront une plus grande facilité à développer et adopter des attitudes durables (Benn, 1999).

Les sous-sections 2.3.1, 2.3.2 et 2.3.3 présentées ci-dessous, permettent de mettre en lumière les différentes pratiques pédagogiques qui ont pu être répertoriées afin d'identifier les lacunes observées et proposer des solutions en conséquence. La sous-section 2.3.4 fait une synthèse des expériences mentionnées aux sections précédentes, permettant de rapidement obtenir les forces et faiblesses de celles-ci.

L'intégration du DD au sein des programmes éducatifs permet de transmettre, à travers les contenus des activités pédagogiques, les concepts du DD. Ces concepts sont devenus indispensables aux étudiants et cette pratique permet surtout de se rapprocher du but ultime qui est l'adoption généralisée de comportements durables. Au cours des années qui ont suivies le rapport Brundtland, les universités ont pu se servir des différents guides et outils publiés pour les mettre en pratique au sein des programmes de différents domaines et ainsi effectuer un retour d'expérience permettant un ajustement des méthodologies proposées (McKeown, 2006). Cependant, l'intervention dans les programmes universitaires reste un défi de taille à réaliser puisqu'il demande d'effectuer un travail d'ajout de contenu dans des programmes déjà surchargés (Stir, 2006). En ce sens, l'intégration des concepts du DD au sein de cours existants (Barth & Rieckmann, 2012; Segalàs & Mulder, 2009) semble être la pratique qui permettrait une intégration efficace en opposition à un enseignement des concepts effectué de manière indépendante et non appliqué aux autres enseignements du programme, telle que la création de

nouveaux cours uniquement dédiés au DD. Toutefois, d'autres défis majeurs soulevés dans la littérature sont à considérer pour la mise en place définitive du DD au sein des programmes universitaires comme la grande dépendance de la réussite à la motivation et à la volonté des enseignants, de leur connaissance en matière de DD et de leurs compétences dans l'approche pédagogique choisie (Barth & Rieckmann, 2012; Boks & Diehl, 2006; CMEC, 2012; McKeown, 2006; Prevost, 2013; Wahr, Underwood, Adams, & Prideaux, 2013).

2.3.1 Intégrations en Génie

Dans une optique d'EDD, des efforts dans l'intégration du DD au sein plus spécifique des programmes de génie ont été entrepris. L'intégration du DD dans la formation de l'ingénieur peut se faire en situant les problématiques environnementales dans leur contexte social, économique et politique afin de mettre en avant l'interdépendance de ces composantes. Les problématiques abordées se concentrent autour de la prise de conscience des impacts environnementaux de nos activités pour mener à une production durable qui prendra en considération les limites planétaires des ressources. La prise de conscience de la complexité de notre société en ce qui a trait à ses différentes sphères permet aux étudiants de comprendre le besoin d'avoir une vision d'ensemble.

Parmi les tentatives d'intégration effectuées au niveau universitaire, il est intéressant de citer la mise en place d'une stratégie d'enseignement du DD dans une école française d'ingénieur agronome, qui a mis en évidence le besoin d'un mouvement global dans une institution et non isolé pour que la stratégie de formation au DD soit efficace (Prevost, 2013). Également l'expérience d'introduction du DD dans les programmes de baccalauréat de génie mécanique (Kalla & Brown, 2012; Kumar et al., 2006) avec un cours de base sur la production durable, pour la première étude, et l'intégration d'éléments du DD appliqués aux contenus des cours du programme de manière transversale. D'autres publications ont rapporté des initiatives d'innovation pédagogique vers l'EDD avec, par exemple, la possibilité de suivre un cours d'été pour les finissants des écoles secondaires et les futurs ingénieurs de premier cycle où ils se voient présenter des réelles problématiques du DD en ingénierie (Beiler & Evans, 2015) ou encore pour des étudiants de premier cycle de tout type de programmes de génie où les cours focalisaient sur les concepts du DD (Mintz, Talesnick, Amadei, Asce, & Tal, 2014). Néanmoins, ces deux dernières tentatives reposent sur une participation volontaire de la part des étudiants,

ces cours sont donc donnés à des étudiants déjà intéressés par le domaine, ne permettant pas d'atteindre l'objectif d'un enseignement du DD généralisé à tous les étudiants du génie. Il est intéressant de citer également l'approche effectuée en génie chimique à l'Institut royal de technologie de Melbourne (Jollands & Parthasarathy, 2013), où le projet de fin de programme a été remplacé par des projets de plus en plus complexes répartis tout au long du baccalauréat durant lesquels les étudiants sont amenés à résoudre des problématiques du DD. Cette approche « *just in time* » et d'apprentissage par projets a permis d'augmenter la compréhension des étudiants grâce à des applications concrètes. D'autres approches, s'avérant efficaces, utilisant la méthode d'apprentissage par problèmes ont également été mis en pratique afin d'explorer le pouvoir d'augmentation de l'intérêt au DD et de la compréhension des étudiants-ingénieurs en les plaçant dans des scénarios concrets de pratiques professionnelles (Beiler & Evans, 2015; Mälkki & Paatero, 2015). Une approche se faisant par intégration d'un module de formations est l'expérience effectuée dans un cours de conception à l'université de Delft où les étudiants sont amenés à considérer la notion de durabilité lors de la conception et le développement de leur produit (Boks & Diehl, 2006). Cependant, ce n'est qu'une occurrence unique sur un programme de premier cycle tandis que le besoin serait plus dans des occurrences multiples tout au long de la formation (Desha & Hargroves, 2014; Weber et al., 2014). En effet, ces auteurs ont fait part de leurs observations et de leurs expériences afin de mettre en lumière le besoin d'un apprentissage du DD par application de ses principes à partir de cas concrets dans le but d'attirer l'attention de l'étudiant-ingénieur.

2.3.2 Intégrations au domaine du Génie Civil

La revue de la littérature permet de constater le besoin d'une EDD dans le domaine du génie civil. Ceci peut s'expliquer par la quantité et la grande variété des domaines inhérents au génie civil, lui conférant un fort potentiel en ce qui a trait à l'incorporation des concepts du DD. Là encore, les expériences ont été nombreuses et variées.

Par exemple, une introduction à la conception durable à travers un nouveau cours sur un semestre a été dispensé pour des étudiants de premier et deuxième cycles (Sisiopiku, 2015) dans une optique de collaboration multidisciplinaire, pour ouvrir les perspectives des étudiants, et pour les former aux principes de bases en conception durable. Une autre expérience combinant différentes méthodes pédagogiques (cours magistraux, lectures, travaux

personnels ou apprentissage par projet) au travers de cours obligatoires pour les premières années a été entreprise (Bielefeldt, 2013). Il a été conclu par les chercheurs que davantage de recherches étaient nécessaires pour identifier quelles étaient les méthodes pédagogiques les plus efficaces. Les initiatives effectuées au premier cycle ne sont pas les seules recensées. En effet, un cours, pour des étudiants de deuxième cycle, sur les bâtiments et infrastructure durables a été recensé et les résultats mentionnaient le besoin d'effectuer plus de présentations sur ces thèmes dans les programmes de premier cycle (Kevern, 2011). De plus, la combinaison de variétés de méthodes pédagogiques (apprentissage par projet, intégration dans des cours de première et deuxième année du premier cycle et projet de fin de cycle) s'est avérée un succès et a permis de couvrir les besoins du programme de premier cycle en ce qui a trait au DD (Christ et al., 2014). Citons également les initiatives d'intégrations de modules d'ingénierie durable en design sur les quatre années de premier cycle (Glendinning, Connell, Mace, & Hall, 2013) ou encore par un rassemblement d'universités pour une introduction dans les programmes de génie civil (Savoia et al., 2013).

Ces différentes intégrations ont fait, par la suite, l'objet d'évaluations afin de mesurer l'efficacité des modules vis-à-vis de l'apprentissage transmis et la satisfaction des étudiants. Les résultats de ces évaluations ont été satisfaisants, montrant un intérêt et un investissement de même qu'une progression accrue de leurs apprentissages en DD. Néanmoins, il faut nuancer ces résultats car les expériences ont été faites sur une trop petite période de temps par rapport à la durée d'un baccalauréat et aucune donnée ne permet de connaître l'effet de ces formations sur la pratique professionnelle des étudiants-ingénieurs. Malgré cela, les différentes expériences mentionnées (Bielefeldt, 2013; Christ et al., 2014; Glendinning et al., 2013; Savoia et al., 2013; Sisiopiku, 2015) permettent de constater que l'une des clés du succès de la transmission des connaissances du DD aux étudiants tient dans son intégration systématique au sein des cours obligatoires des programmes de manière à ce que le contenu enseigné soit vu par tous.

D'autres expériences permettent d'identifier les lacunes encore existantes malgré les récents efforts d'intégrations effectués en génie civil. Par exemple, la création d'un cours d'introduction à la durabilité ajouté au programme de génie civil a été très apprécié des étudiants qui ont cependant exprimé le besoin d'un apprentissage basé sur des connexions du DD avec leur pratique plutôt qu'uniquement basé sur le conceptuel (Schroer, Lowman, & Just, 2015). Weber

et al. (2014) ont pu suivre l'évolution des connaissances grâce à plusieurs évaluations et ont conclu dans leur étude que quatre semaines de modules d'apprentissage n'étaient pas suffisants pour couvrir l'ensemble des principes du DD dans une optique de pratique en génie civil. L'efficacité de ces modules d'enseignement est donc directement liée à la durée d'apprentissage. Bielefeldt (2013) a documenté l'introduction de quatre modules présentés dans quatre classes d'introduction à l'ingénierie, pour les premières années de baccalauréat, de deux modules en dernière année ainsi que d'un module dans un cours de deuxième cycle. Cependant, il n'y a aucun module d'enseignement entre les premières et les dernières années du baccalauréat. Un des facteurs permettant de justifier le manque à ce niveau serait l'échec de la connexion des activités du DD avec les cours enseignés pendant ces années (Figueiró & Raufflet, 2015).

Ainsi, des modules plus longs et mieux répartis tout au long du cursus universitaire pourraient augmenter l'efficacité de l'enseignement et donc augmenter l'assimilation par les étudiants. En ce sens, Christ et al. (2014) ont introduit les concepts et les cours de DD tout au long du programme de baccalauréat de génie civil en utilisant différentes méthodes répertoriées dans la littérature comme le développement de nouveaux cours, l'introduction des principes du DD dans des cours déjà existants ou encore au sein du projet de fin de baccalauréat. Cette pratique d'intégration continue tout au long du programme semble être l'autre clé de la réussite car cela permet aux étudiants d'augmenter leur niveau de connaissances et de complexité en DD en même temps qu'ils avancent dans leur cursus universitaire. Ainsi, les étudiants reçoivent et assimilent la matière comme un contenu à part entière du programme et non un contenu additionnel. Cette pratique vient s'opposer à celle de la création de nouveaux cours qui elle en revanche implique de nombreux efforts, une complexité dans le processus de changement des cours du programme de baccalauréat ou une augmentation de la durée d'étude des étudiants à l'université. L'intégration des concepts au sein des cours existants est alors considérée comme plus bénéfique et préférable aussi bien pour l'institution et les professeurs, qui se voient à leur tour sensibiliser, que pour les étudiants.

L'expérience, effectuée à l'Université du Texas à Arlington, a pris en compte les deux aspects clés discutés précédemment, c'est-à-dire une introduction des concepts par le biais de modules au sein des cours existants et ceci de manière continue soit tout au long du programme de baccalauréat (Weatherton, 2015). C'est un cas d'approches multiples car en plus de

l'enseignement par cours, le projet vise des stages ainsi que des projets multidisciplinaires. Cependant, les résultats de l'expérience semblent uniquement résider dans la réussite des examens évaluatifs ce qui, en soit, représente une limite pour cette expérimentation ne permettant pas d'obtenir le ressenti des étudiants. Ainsi, un mode d'évaluation basé sur la satisfaction des étudiants vis-à-vis de l'apprentissage enseigné permettrait de mesurer la réussite de l'intégration.

2.3.3 Intégrations par les outils du cycle de vie

Comme mentionné dans la section 2.2, les outils du cycle de vie permettent une bonne application des concepts du DD (Finnegan et al., 2013). C'est cette approche qui a été retenue dans le cadre de l'innovation pédagogique au département de génie civil et la présente sous-section référence les expérimentations d'intégration du DD effectuées au travers les outils de l'approche cycle de vie. Pour rappel, les outils du cycle de vie, couvrant les principes du DD, sont l'ACCV, l'ASCV et l'AECV. Ceux-ci permettent de quantifier les impacts à la fois économiques, sociaux et environnementaux, dans une optique d'ADCV d'un produit ou d'un service.

L'AECV a déjà été introduite dans les programmes universitaires. Cependant, cette approche a été utilisée soit en simple introduction soit en expérimentation d'un contenu optionnel pour mesurer l'intérêt et la compréhension des étudiants de première année (Evans, Galvin, & Doroodchi, 2008; Weber et al., 2014). La littérature fait aussi état d'introductions effectuées dans d'autres département comme en écologie (Powers, E.Venczel, & DeWaters, 2011), en géographie et environnement durable (Meo et al., 2014) ou encore en génie mécanique (Lee, 2015), mais ces expérimentations ne sont encore une fois qu'une introduction d'un nouveau cours, en l'occurrence d'AECV, au sein des programmes universitaires. Mälkki & Alanne (2017) a référencé le fait que l'AECV soit fortement utilisée pour mesurer les impacts des énergies renouvelables par les chercheurs et que ces travaux sont fréquemment introduits dans la formation de l'ingénieur pour motiver les étudiants à comprendre les concepts du DD via des applications concrètes et pour leur permettre de l'appliquer lors de leurs activités d'apprentissages par problèmes. Ce dernier exemple est typique d'une réponse au besoin d'intégrations systématiques par présentation de l'AECV appliquée aux sujets traités dans les cours. En génie civil, cela peut se faire en présentant, par exemple, une AECV comparative de

revêtement de chaussées dans le cours de génie du béton. Il est donc à noter qu'il y a eu très peu d'expériences effectuées en génie civil et que l'approche par outils du cycle de vie couplée à une intégration transversale sur tout le programme, à la manière de celle effectuée par (Weatherton, 2015), n'a pas encore été effectuée ce qui rend l'approche présentée dans les chapitres suivantes innovante.

2.3.4 Synthèse de la littérature

Le Tableau 2.3 résume les forces et faiblesses observées et mentionnées dans les publications scientifiques relatant d'expériences éducatives relatives à l'EDD. Tous les auteurs et expériences universitaires ayant été mentionnés dans les sous-sections précédentes sont recensés ci-dessous.

Tableau 2.3 – Synthèse de la revue critique de la littérature

Articles	Expériences	Forces	Faiblesses
McKeown 2006	Outil pour l'intégration du DD dans l'éducation	✓ Universel, pour tous les domaines	✓ Acteurs non professionnels de l'éducation ✓ Non prise en compte de particularités de chaque domaine
Benn 1999	Guide pour l'intégration du DD dans les programmes	✓ Guide ventilé par faculté	✓ Manque de détails, très général
Barth 2012	Programme de développement académique pour la formation des enseignants afin qu'ils incorporent le DD dans leurs cours	✓ Implication du corps professoral ✓ Intégration transversale	✓ Manque de détails sur l'impact que cela a sur les étudiants
Kalla 2012	Projet d'intégration d'un cours de DD en industrie dans un programme de génie mécanique	✓ Utilisation de l'ACV ✓ Transversalité en projet	✓ Pas de mesure d'évaluation
Kumar 2006	Introduction des principes du DD dans un programme de génie mécanique	✓ Enquête auprès des étudiants	✓ Lignes directrices pour une intégration transversale intéressantes mais trop préliminaires
Mintz 2014	Cours d'été pour futurs ingénieurs de premier cycle	✓ Retour d'expérience des étudiants	✓ Sur la base du volontariat ✓ Simple introduction ✓ Intervention ponctuelle dans le programme
Jollands 2013	Approche par projets en génie chimique	✓ Tout au long du programme ✓ Avec applications concrètes ✓ Retour d'expérience et évaluation des connaissances	✓ Ce format n'est pas envisageable pour le programme de génie civil ✓ Besoin de cours magistraux
Boks 2006	Introduction de la notion de durabilité dans un cours de conception industrielle	✓ À même le cours avec une application concrète ✓ Retour d'expérience	✓ Uniquement une fois dans le programme
Oswald Beiler 2015	Cours d'été pour étudiants de secondaire	✓ Bons modules d'introduction pour des étudiants de ce niveau	✓ Évaluations des connaissances uniquement ✓ Volontariat
Sisiopiku 2015	Cours sur les transports durables	✓ Bonne adaptation à la réalité professionnelle	✓ Cours optionnel ✓ Évaluation des connaissances acquises seulement
Bielefeldt 2013	Introduction du DD dans des cours	✓ Transversalité de l'expérience au sein des cours existants	✓ Uniquement 1ère et dernière année ✓ Évaluation des compétences acquises, pas de retour de satisfaction

Tableau 2.3 – Synthèse de la revue critique de la littérature (suite)

Articles	Expériences	Forces	Faiblesses
Kevern 2011	Cours en génie civil 2 ^e cycle	✓ Présentation LEED bien adaptée	✓ 2 ^e cycle ✓ Un seul cours non appliqué aux pratiques du génie civil
Christ 2014	Intégration du DD en génie civil dans les cours existants, projets de fin de cycle et par le biais de nouveaux cours	✓ Transversalité ✓ Adapté à chaque cours	✓ Pas de retour d'expériences
Glendinning 2013	Modules sur 4 ans sur l'ingénierie durable en génie civil	✓ Tout au long du programme ✓ Retour d'expérience	✓ Pas assez appliqué aux pratiques du génie, juste sur l'écoconception
Savoia 2013	Modules sur la sécurité et l'ingénierie durable en génie civil	✓ Transversalité ✓ Approche multi-institutionnelle	✓ Pas d'évaluations ✓ Uniquement 2 ^e cycle
Schroer 2105	Introduction d'un cours de durabilité dans le programme de génie civil	✓ Contenu pertinent ✓ Retour sur expérience important pour la recherche	✓ Cours individuel ✓ Très conceptuel ✓ Pas assez de connexion avec les domaines du génie civil
Weatheron 2015	Modules sur le DD adapté aux cours en génie civil	✓ Transversalité ✓ Tout au long du programme	✓ Pas de retour d'expérience
Evans 2008	ACV sur les émissions de substances liées à l'utilisation d'énergie	✓ Prise en compte des problématiques environnementales	✓ Simple cours d'introduction pas de continuité dans l'expérimentation ✓ Optionnel
Weber 2014	4 semaines de présentations DD et AECV	✓ Prise de conscience que ce n'est pas une simple augmentation des connaissances qui est voulue mais bien le développement de nouvelles aptitudes	✓ Juste pour les premières années ✓ Évaluations des connaissances
Powers 2011	Introduction à l'AECV en écologie	✓ Bonne application de l'AECV	✓ Simple cours d'introduction
Meo 2014	Cours d'AECV au département de géographie et environnement durable	✓ Utilisation de logiciels d'AECV pour les projets étudiants	✓ Cours optionnel ✓ Pas de transversalité avec le programme
Lee 2015	Introduction de deux cours d'AECV et d'écoconception dans le programme de génie mécanique	✓ Bon contenu sur l'AECV ✓ Retour des étudiants	✓ Pas de transversalité

Les manques observés dans les récentes expériences référencées dans ce chapitre permettent d'affirmer que du travail reste à effectuer avant d'espérer obtenir un modèle d'intégration du DD efficace et pérenne. Les lacunes récurrentes mentionnées sont le manque de continuité dans l'intégration, dans le cas où elle est effectuée au travers d'un cours unique, le manque d'évaluation de la réussite, cette pratique n'ayant été que très peu observée, et le manque de

mise en application du DD aux pratiques du génie ne permettant pas de contextualiser ces concepts à la pratique professionnelle.

L'initiative de Jollands (2013), qui se base sur une intégration du DD via la conduite de projets de plus en plus complexe répartis le long du baccalauréat, s'est avérée être une réussite avec des résultats démontrant l'augmentation de la compréhension du DD des étudiants entre la deuxième année et la dernière année de leur programme. Les projets consistaient à répondre à un cahier des charges de clients dans le domaine du génie chimique. Ces projets étaient en lien direct avec les apprentissages des autres cours du semestre permettant ainsi aux étudiants de contextualiser leurs connaissances. Cette approche de contextualisation est particulièrement intéressante car elle permet aux étudiants d'avancer en complexité dans les notions du DD en même temps que la complexité du programme augmente.

De la même manière, Christ et al. (2014) ont introduit les concepts et les cours de DD tout au long du programme de baccalauréat de génie civil en utilisant différentes méthodes répertoriées dans la littérature comme le développement de nouveaux cours, l'introduction des principes du DD dans des cours déjà existants ou encore au sein du projet de fin de baccalauréat. Cette pratique d'intégration continue tout au long du programme semble là aussi avoir été une clé de la réussite car elle permet aux étudiants d'augmenter leur niveau de connaissances et de complexité en DD en même temps qu'ils avancent dans leur cursus universitaire. Ainsi, les étudiants reçoivent et assimilent la matière comme un contenu à part entière du programme et non un contenu additionnel. Cette approche s'est montrée concluante selon les résultats présentés dans l'article puisque pour chacun des changements effectués, les retours des étudiants, récoltés par le biais de sondages, et les analyses des performances pré-intégration et post-intégration ont permis de constater satisfactions et amélioration des connaissances en ce qui a trait aux problématiques du DD. Dans le cadre du projet effectué sur le baccalauréat de génie civil à l'UdeS, cette approche a également été entreprise.

Weatherton (2015), a également effectué une introduction des concepts par le biais de modules au sein des cours existants et ceci de manière continue tout au long du programme de baccalauréat. C'est un cas d'approches multiples car en plus de l'enseignement par cours, le projet vise des stages ainsi que des projets multidisciplinaires. Dans le cadre du projet effectué

sur le baccalauréat de génie civil à l'UdeS, cette approche d'intégration transversale et récurrente a également été privilégiée.

En s'inspirant des succès de certaines intégrations comme celles de Jollands (2013), Christ (2014) ou encore Weatherton (2015), il a été possible de combiner les aspects de réussite et le Chapitre 3 mentionne la problématique résultant de ces observations et les objectifs dont le projet de recherche à chercher à atteindre.

2.4 Professionnalisation

La section précédente a permis d'identifier les études relatant des expérimentations dans un cadre de formations universitaires mais n'a pas fait état des études portant spécifiquement sur la pratique professionnelle. Ainsi, afin de mettre en lumière les travaux effectués relativement à la pratique du génie, il est intéressant de citer les études ou les rapports proposant un cadre pour l'application du DD à la pratique professionnelle (Cruickshank & Fenner, 2007; Ingénieurs Canada, 2016; Oskarsson & von Malmberg, 2005; The Royal Academy of Engineering, 2005), dans les chaînes logistiques (Chardine-Baumann & Botta-Genoulaz, 2014), dans le domaine de l'ingénierie industrielle (Bilge, Seliger, Badurdeen, & Jawahir, 2016), le génie chimique (Clift, 2006; García-Serna, Pérez-Barrigón, & Cocero, 2007), le génie géotechnique (Jefferis, 2008) ou encore dans la conception (Gagnon, Leduc, & Savard, 2009, 2012). Ces cadres ont pour but de répondre aux besoins exprimés au cours des vingt dernières années durant lesquelles de nombreuses publications ont fait état du rôle que l'ingénieur doit jouer dans l'application des principes du DD autant sur les aspects techniques de son travail mais aussi d'un point de vue purement éthique (Hatakeyama, 2011; S. A. Jones, Michelfelder, & Nair, 2015; Lucena & Schneider, 2008; Manion, 2001, 2002; McIsaac & Morey, 1998; Robbins, 2007).

La formation du World Engineering Partnership for Sustainable Development dans les années 90 a marqué la volonté des sociétés mondiales de génie à faire face au challenge que présente le DD. Résultant de la conférence de Rio en 1992, cet organisme, émanant directement des professionnels de génie, mentionna à l'époque le besoin qu'a la communauté mondiale de l'ingénierie de prendre ses responsabilités en appliquant les concepts du DD aussi bien à l'échelle individuelle, qu'institutionnelle ou des entreprises. Ils reconnaissent le besoin d'adapter les habitudes et les technologies courantes pour arriver à agir selon les principes du DD (Caroll, 1993). Le groupe a également mentionné le fait que la difficulté des ingénieurs à recourir aux concepts du DD provient de leur formation universitaire qui est inadéquate pour la prise en considération des impacts environnementaux (Coates, 1993). C'est pourquoi au sein de leurs organisations et leurs actions, les ingénieurs se doivent d'être acteurs des problématiques non seulement techniques mais également sociales et environnementales (Cottell, 1993; Robbins & Crow, 2007).

Des approches universitaires plus professionnalisantes sont donc nécessaires pour répondre à ces besoins. La professionnalisation « *exprime l'idée du développement et de la construction nécessaires à l'exercice d'une profession* » (Ministère de l'Éducation - Québec, 2001). L'approche effectuée à l'UdeS entre dans le cadre du parcours de professionnalisation que chaque étudiant au baccalauréat en génie civil entreprend dans le sens où les compétences enseignées visent à mieux préparer les diplômés dans l'exercice de leur profession. En effet, les apprentissages dispensés permettent d'intégrer la complexité des situations professionnelles courantes en contextualisant les problématiques du DD dans la pratique du génie civil. Ainsi, la revue de la littérature permet de mettre en évidence le besoin du DD dans la pratique professionnelle mais ne permet pas de valider concrètement ce besoin auprès des entreprises.

C'est pourquoi afin de confirmer que la pratique professionnelle s'aligne effectivement avec ce qui a été mentionné précédemment, il serait intéressant d'étudier cette tendance directement auprès des entreprises et des firmes de génie. Afin de faciliter la prise d'informations, l'enquête pourrait se faire par le biais du service des stages et du placement (SSP) de l'UdeS. Le SSP fait partie des caractéristiques distinctives de l'université grâce aux stages coop que les étudiants peuvent effectuer tout au long de leur baccalauréat. Ce service est très efficace pour les étudiants avec un taux de placement de plus de 98 % (Université de Sherbrooke, 2017) et serait donc la ressource privilégiée pour obtenir les informations émanant du milieu professionnel. L'autre option serait de rentrer en contact avec les diplômés de l'université étant sur le marché du travail. Cependant, les enquêtes Relance effectuées tous les deux ans à l'UdeS afin de connaître la situation professionnelle des diplômés, accusent un retour d'au mieux de 57,4% (en 2014) des diplômés de génie civil (39,4% en 2010, 28,6% en 2012 et 47,1% en 2016) (Université de Sherbrooke, 2010, 2012, 2014, 2016) démontrant les limites de cette pratique qui ne permet pas d'obtenir un taux de réponse optimal. C'est pourquoi, une collaboration avec le SSP permettrait d'obtenir les informations auprès des étudiants dès leur retour de stage pour identifier le degré de problématiques du DD auxquelles ils ont été confrontés. Ce travail de récupération d'informations pourrait se faire lors de la rencontre post-stage, que chaque étudiant doit faire avec son coordonnateur de stage, ou alors sous forme de questionnaire à remettre en même temps que leurs rapports de stage.

Ces deux options semblent à privilégier car ce sont deux étapes obligatoires d'un stagiaire coop permettant alors d'envisager un taux de réponse élevé. Une autre méthode permettant d'obtenir les informations sur la pratique professionnelle serait via une enquête auprès des firmes de génie du Québec assurant ainsi une collecte à la source des données. Cependant, de nombreux efforts seraient nécessaires pour un taux de réponses pouvant s'avérer faible et ne justifiant pas nécessairement son déploiement.

Jusqu'à présent, très peu d'études permettant d'obtenir l'opinion des professionnels de l'ingénierie vis-à-vis de l'intégration du DD dans leur pratique professionnelle n'ont été recensées. Une étude a été faite auprès des ingénieurs du génie civil dans laquelle leur opinion était demandée concernant, par exemple, l'intérêt du DD dans leur pratique ou la pertinence de la certification LEED (Rodriguez-Nikl, Kelley, Xiao, Hammer, & Tilt, 2015). Les résultats émanant de cette étude montrent l'intérêt marqué que les ingénieurs peuvent avoir pour le DD tout en exprimant un manque important d'information ne leur permettant pas de l'appliquer adéquatement à leur pratique. Il a également été mis en avant le fait que, souvent, le recours au DD ne dépendait pas de leur simple volonté mais de la décision du client et des coûts supplémentaires que cela pouvait représenter. Ainsi, en mettant à disposition une formation et les informations adéquates, les ingénieurs seraient plus à même de présenter des analyses économiques sur le long terme témoignant de la bonne tenue économique d'un projet respectant les principes d'un DD. Ils pourraient également les appliquer dans leur réflexion technique de manière plus naturelle, et non complémentaire, sans que cela ne se traduise par une augmentation des coûts du projet.

Les mêmes conclusions ont été émises selon l'enquête effectuée auprès d'ingénieurs de la construction concluant que les coûts et l'ouvrage supplémentaires représentaient les barrières au DD dans la pratique tout en précisant que malgré l'intérêt accru, les motivations d'agir étaient principalement dues aux obligations législatives (Lam, Chan, Chau, Poon, & Chun, 2009). Enfin, un sondage auprès des ingénieurs possédant l'accréditation LEED a permis de conclure que l'obtention de cette accréditation représentait un impact dans la carrière de l'individu autant d'un point de vue des opportunités d'emplois, de promotion, de responsabilités que d'un point de vue financier. De plus, ces ingénieurs estiment posséder davantage de connaissances avec

l'accréditation leur permettant d'être plus en mesure d'appliquer les aspects du DD dans leur pratique (Gebken, Bruce, & Strong, 2010).

Pour conclure, l'étude de la littérature permet de confirmer que la validation auprès des employeurs de la pertinence de l'intégration du DD dans les programmes de génie n'est pas une action prioritaire. En effet, le projet d'intégration étant à un stade de mise à l'essai, il est plus intéressant de mettre les efforts sur la mesure de la satisfaction et de l'efficacité de la méthodologie auprès des étudiants.

2.5 Pratique professionnelle : prix et distinctions

La pertinence professionnelle de l'intégration du DD dans les formations d'ingénieurs peut être mesurée en étudiant les critères d'attributions des prix et distinctions remis chaque année aux ingénieurs de la province et du pays par les différents instituts, ordres ou autres associations témoignant de la reconnaissance qui en est faite dans le domaine. En effet, ces instances, au travers de guides, lois, agréments, dictent d'une certaine façon la pratique professionnelle de l'ingénieur aussi bien dans le domaine de la recherche, que celui de l'innovation ou du génie-conseil. Chaque année, nombreux sont les distinctions et prix remis aux différents ingénieurs du pays et de la province pour leurs travaux exceptionnels et leur contribution au génie. Certaines récompenses concernent spécifiquement des projets d'ingénierie réalisés par des groupes d'ingénieurs ou des firmes de génie-conseil.

2.5.1 Au niveau du Canada

Tout d'abord, à l'échelle nationale, il est intéressant de citer les prix remis par l'Institut Canadien des Ingénieurs (ICI), Ingénieurs Canada, l'Association des Firmes d'Ingénieurs-Conseils du Canada (AFIC) et la Société Canadienne de Génie Civil (SCGC). Les résultats sont présentés dans la Tableau 2.4.

Tableau 2.4 – Prix et distinctions remis à l'échelle canadienne

Organisation	Récompense	Description	Place du DD
Institut Canadien des Ingénieurs (EIC, 2017a)	<i>Julian C. Smith Medal</i>	Récompense une avancée dans le développement du Canada grâce à des travaux effectués par un ingénieur académique ou de l'industrie.	Première récompense pour des travaux de protection de l'environnement ² . Récompense au Dr. R. Douglas Hooton pour ses travaux sur le développement de nouvelles formes de bétons durables.
	<i>Sir John Kennedy Medal</i>	Reconnaissance du service rendu à la profession et les contributions scientifiques durant toute une carrière.	Aucune, possiblement en raison du fait que le DD est un concept encore trop récent.
	<i>John B. Stirling Medal</i>	Récompense le leadership.	Non Applicable
	<i>CPR Medal</i>		
	<i>K.Y. Lo Medal</i>	Récompense les projets à échelle internationale.	
Ingénieurs Canada (Ingénieurs Canada, 2017)	<i>Médaille d'or</i>	Pour une réalisation individuelle exceptionnelle et comme distinction dans un domaine d'application en génie.	20% du total des points est considéré pour l'implication sociale du projet, un des aspects du DD.
	<i>Réalisation exceptionnelle d'un(e) ingénieur(e)</i>	Pour une contribution exceptionnelle d'une ou d'un ingénieur de 36 ans ou moins dans un domaine d'application en génie.	
	<i>Services méritoires – Service professionnel</i>	Pour une contribution exceptionnelle à une association ou à une société canadienne de professionnels, de consultants ou d'experts techniques.	
	<i>Services méritoires – Service communautaire</i>	Pour une contribution bénévole exemplaire à un organisme communautaire ou dans le cadre d'un projet humanitaire.	80% du total des points est considéré pour l'implication sociale du projet, un des aspects du DD.
	<i>Prix pour le soutien accordé aux femmes en génie</i>	Pour le soutien digne de mention à l'égard des femmes exerçant la profession d'ingénieur.	10% du total des points est considéré pour l'implication sociale du projet, un des aspects du DD.
	<i>Prix d'excellence en journalisme dans le domaine de l'ingénierie, Médaille d'or des étudiants en génie Médaille de distinction pour la formation en génie</i>		NA
	<i>Prix national pour un projet ou une réalisation en génie</i>	Rend hommage à une équipe d'ingénieurs impliquée dans un projet remarquable qui a eu le plus d'impacts sur la société, l'industrie ou le génie.	Parmi les cinq critères de sélection, deux prennent en compte les aspects du DD à hauteur de 50 % du barème total, soit « Incidence sur la société (30) » et « Impacts sur l'environnement et l'économie (20) ».

² Aucune n'a été répertoriée suite à nos recherches extensives sur ce sujet (EIC, 2017b).

Tableau 2.4 – Prix et distinctions remis à l'échelle canadienne

Organisation	Récompense	Description	Place du DD
Association des Firms d'Ingénieurs-Conseils du Canada (AFIC, 2017)	<i>Prix Schreyer</i>	Projets exceptionnels qui se démarquent d'un point de vue technique.	NA
	<i>Prix Ambassadeur</i>	Projets exceptionnels qui se démarquent d'un point de vue international.	NA
	<i>Prix de l'Ingénierie pour un Canada Meilleur</i>	Projets exceptionnels qui se démarquent d'un point de vue de l'amélioration socio-économique ou culturelle de la qualité de vie des Canadiens.	
	<i>Prix Rayonnement</i>	Projets exceptionnels qui se démarquent d'un point de vue du temps investi par la firme auprès d'une collectivité au Canada.	
	<i>Prix Un Arbre à Aimer</i>	Projets exceptionnels qui se démarquent d'un point de vue de la protection de l'environnement.	
	<i>Prix d'excellence réguliers</i>	Neuf catégories de soumissions regroupées dans quatre catégories de sélection ³ .	Selon les catégories, l'importance du DD varie entre 25% et 50% du barème total.
Société Canadienne de Génie Civil	<i>Prix du leadership gouvernemental en infrastructures durables</i> (SCGC, 2017)	Récompense une entité du secteur public pour un projet ou un programme d'infrastructures majeur prolongeant la vie des actifs tout en réduisant l'impact sur l'environnement.	La sélection des lauréats se fait en considérant les facteurs économiques, sociaux et environnementaux sur le cycle de vie de l'infrastructure

³ Il y a neuf catégories de soumissions (Bâtiments, Infrastructure de transport, Ressources hydriques, Restauration environnementale, Ressources naturelles, mines, industrie, énergie, Projets spéciaux, Gestion de projets, Projets internationaux et Projets communautaires) regroupés dans quatre catégories de sélection, Techniques (où se trouve les six premières catégories), Gestion de projets, Projets internationaux et Rayonnement communautaire (où se retrouve les catégories du même nom)

2.5.2 Au niveau du Québec

En ce qui concerne l'échelle provinciale, il est intéressant de regarder les récompenses décernées par les groupes majeurs du génie comme l'Ordre des Ingénieurs du Québec (OIQ), l'Association des firmes de génie-conseil (AFG) et l'Association des Constructeurs de Routes et Grands Travaux du Québec (ACRGTQ) pour le génie civil plus spécifiquement. Les résultats sont présentés dans la Tableau 2.5.

Tableau 2.5 – Prix et distinctions à l'échelle québécoise

Organisations	Prix/distinction	Description	Place du DD
Ordre des Ingénieurs du Québec (OIQ, 2017a, 2017b)	<i>Grand prix d'excellence</i>	Reconnaitre l'excellence de la pratique professionnelle d'un de ses membres	Un des critères de sélection est l'engagement social via la prise en compte des impacts sociaux, économiques et environnementaux à long terme, comptant pour 20%.
	<i>Prix Génie innovation</i>	Récompense l'innovation en matière de génie.	30% des points sont donnés pour l'efficacité économique, le respect de l'intégrité de l'environnement et d'accessibilité sociale de l'innovation.
Association des firmes de génie-conseil (AFG, 2016, 2017, AICQ, 2009, 2010, 2014, 2015)	<i>Grands prix du génie-conseil québécois</i>	Récompensent des firmes pour leurs projets réalisés selon onze catégories distinctes en 2017 ⁴	Au fil des années, les pondérations accordées au DD ont sensiblement changées. 0% avant 2010, 10% de 2010 à 2014, 15% en 2015 et 2016 puis 30% en 2017 ⁵ .
Association des Constructeurs de Routes et Grands Travaux du Québec (ACRGTQ, 2017)	<i>Prix génie-voirie</i>	Récompenser les pratiques de ses membres à l'égard de la protection de l'environnement et d'une utilisation des ressources de manière durable et responsable ainsi que de la sensibilisation des professionnels du génie civil à l'importance d'adopter une pratique professionnelle prenant en considération les enjeux du DD.	

Ainsi, à travers les prix et distinctions remis aux ingénieurs, il est constaté un changement dans la pratique professionnelle du génie au cours des dernières années avec, désormais, une place grandissante que le DD occupe. Ce changement induit alors un besoin d'alignement des formations d'ingénieurs pour pouvoir rendre disponible sur le marché du travail des diplômés qualifiés pour cette pratique professionnelle. La section 2.3 a fait cette revue de la littérature des innovations pédagogiques qui ont été entreprises dans les universités afin de répondre à ce besoin.

⁴ Bâtiment Mécanique – Électrique, Bâtiment Structure, Énergie, Environnement, Industrie, Infrastructures de transport, Infrastructures urbaines, PME génie-conseil, Télécommunications et nouvelles technologies, Gestion de projet et International

⁵ Ce tableau concerne les neuf premières catégories énumérées précédemment. Les catégories Gestion de projet et International étant sujettes à des pondérations différentes. En 2017, pour ces catégories, les critères d'évaluation en lien avec le DD représentent 25% et 45% respectivement.

Chapitre 3. Problématique et objectifs du projet de recherche

Ce chapitre présente la problématique et les objectifs définissant le projet de recherche (sections 3.1 et 3.2). La section 3.3 présente un sommaire de la méthodologie entreprise pour répondre aux objectifs définis.

3.1 Problématique

La problématique réside dans la nécessité de développer une procédure d'intégration du DD efficace dans les programmes universitaires. Le travail présenté répond aux besoins identifiés pour la faculté de génie et pourrait être adapté aux autres facultés si nécessaire. Sans une procédure efficace et faisant l'objet d'une évaluation et d'un suivi, les programmes de formation universitaire seront toujours privés des concepts du DD. Comme expliqué précédemment, il est primordial de former les futurs professionnels et citoyens aux pratiques du DD afin que leur pratique professionnelle et leurs attitudes reflètent et s'alignent avec les principes du DD. La recherche bibliographique a permis d'identifier des conditions de réussite à l'intégration du DD soit :

- la transversalité; c'est-à-dire par une intégration au cœur même du programme,
- la récurrence; tout au long des années du cursus d'ingénieur
- le suivi de la performance pour s'ajuster et assurer une intégration pérenne.

En plus de la prise en considération de ces conditions, jusqu'à présent aucune étude ne relate l'utilisation de l'approche cycle de vie appliquée aux contenus des cours de génie civil comme approche permettant de former les étudiants aux concepts du DD.

3.2 Objectif de recherche

3.2.1 Objectif principal

L'objectif de ce projet de recherche est de valider la méthodologie d'intégration transversale du DD, développée en cinq étapes (soit 1) Cartographie du programme, 2) Fixation des objectifs, 3) Développement d'un plan d'action, 4) Mise en œuvre d'un plan d'action et 5) Évaluation et suivi), et se basant sur l'approche cycle de vie, et ses outils associés, appliquée aux pratiques du génie. La validation se fait par sa mise en application au sein du programme de baccalauréat de génie civil de l'UdeS et par les évaluations permettant de mesurer son efficacité.

3.2.2 Objectifs spécifiques

Afin d'atteindre l'objectif principal, il est primordial de compléter les objectifs spécifiques du projet présentés ci-dessous :

- Mettre en pratique la méthodologie d'intégration en ayant recours aux outils de l'approche cycle de vie.
- Évaluer la réussite de l'intégration par des sondages de satisfaction auprès des étudiants en recevant leur point de vue et leurs commentaires afin d'effectuer les ajustements nécessaires.
- Valider la méthodologie après l'évaluation afin qu'elle devienne systématique et efficace et qu'elle puisse être appliquée aux différents programmes de génie grâce à l'expérience effectuée dans le programme de génie civil.

3.3 Sommaire de la méthodologie

Ce projet vise à évaluer une méthode d'intégration transversale du DD, préalablement développée, au sein des programmes universitaires. L'évaluation critique permettra d'identifier les points forts et faibles de cette méthodologie dans le but d'être améliorée pour être utilisée comme méthodologie d'intégration systématique des principes du DD en utilisant l'approche cycle de vie. Celle-ci est essentielle dans la perspective d'élargir la vision de l'ingénieur sur ce qu'est le cycle de vie d'un produit, d'un service ou d'un système, soit les phases de production, d'utilisation et de fin de vie mais aussi de le munir des outils nécessaires afin de pouvoir quantifier, non seulement les impacts technologiques et économiques, mais aussi environnementaux et sociaux. Le projet propose l'introduction de modules à tous les niveaux du programme de baccalauréat de l'UdeS. L'approche cycle de vie a été choisie comme méthode d'application du DD par son approche holistique, incluant des analyses allant du berceau au tombeau, mais aussi la possibilité d'évaluer, par de multiples indicateurs, les aspects économiques, sociaux et environnementaux d'un produit ou d'un processus. Cette intégration innovante du DD doit, le plus possible, se faire dans le contexte des cours en exposant les étudiants aux outils d'analyse du cycle de vie et aux méthodes pour leur mise en pratique dans la vie courante et professionnelle. Cette approche permet de présenter une application concrète des concepts du DD aux pratiques du génie rendant l'enseignement plus appréciable par les étudiants en génie.

L'approche méthodologique suivie pour l'intégration transversale du DD présentée dans les parties suivantes consiste en cinq étapes : 1) la cartographie des programmes, 2) la fixation des objectifs à atteindre, 3) la mise en place d'un plan d'action, 4) sa mise en œuvre et 5) un suivi de l'expérimentation afin d'assurer la continuité et la réussite du projet. Les sous-sections suivantes présentent sommairement les étapes de la méthodologie étant donné qu'elles sont présentées plus en détail à la section 4.4.

3.3.1 Cartographie du programme

Dans cette approche, la cartographie est proposée comme première étape afin d'identifier les niveaux existants ainsi que le potentiel du programme pour une future intégration du DD. Effectuée en première, en concertation avec les professeurs, l'analyse des activités offertes par la faculté en lien avec le DD permet d'identifier simplement les besoins. Cela permet également

de dresser l'état des lieux des initiatives pédagogiques du DD qui ont déjà été mises en place dans les programmes de baccalauréat de génie. Les buts de cette pratique sont à la fois d'identifier les matières du DD enseignées mais aussi les objectifs, les activités proposées et les moyens d'évaluation utilisés (Wahr et al., 2013).

3.3.2 Fixation des objectifs

L'étape suivant la cartographie des programmes est celle de l'identification et de la fixation des objectifs éducatifs à atteindre au cours du programme et plus spécifiquement dans chacun des cours sujets à l'intégration du DD. Ces derniers peuvent être mis en place en fonction des compétences des étudiants et l'impact désiré sur leurs connaissances. Les niveaux d'acquisition des connaissances identifiés par la taxonomie de Bloom (voir Figure 4.1) servent de ligne de conduite pour fixer les objectifs éducatifs à atteindre dans le cadre du projet. Par exemple, l'intégration doit commencer avec des éléments d'introduction afin d'aider les étudiants à acquérir les connaissances de base, de développer un esprit critique en lien avec les matières enseignées dans les autres cours plutôt que de fournir uniquement du contenu non exploitable. Les objectifs mentionnés par la taxonomie de Bloom sont les paliers à atteindre tout au long du programme. En effet, l'introduction du DD au sein des programmes se faisant de manière transversale avec un degré de complexité supérieur au fur et à mesure que l'étudiant avance dans son cheminement.

3.3.3 Développement d'un plan d'action

Une fois les objectifs établis, il est nécessaire de réfléchir aux activités pédagogiques et aux modes d'évaluation qui permettront d'atteindre les seuils de compétences requis tout au long de la formation. La modification des activités pédagogiques déjà en place dans le projet peut être privilégiée tout comme la création de nouvelles. C'est donc à cette étape que les besoins en matière de matériel pédagogique (cours, modules...), d'expertise et de formation des enseignants sont identifiés.

3.3.4 Mise en œuvre du plan d'action

Cette étape est en lien direct avec l'étape précédente puisqu'il s'agit de mettre en œuvre le plan d'action développé en effectuant les changements dans le programme par l'expérimentation des activités et évaluations pédagogiques. Avant cela, lors de cette étape, le matériel pédagogique

et les évaluations associées doivent être élaborées pour répondre aux besoins identifiés. Il est aussi nécessaire de documenter le niveau de compétences acquis par les étudiants en même temps qu'ils avancent dans leur cursus afin d'évaluer le niveau de transfert et de mise en application des concepts du DD dans les autres cours du programme. Une fois l'introduction des modules effectuée, à chacun des différents niveaux prévus, les étudiants peuvent être évalués de trois façons différentes, 1) sur l'application des connaissances acquises lors des cours précédents à des problèmes de génie, 2) sur les connaissances du cours actuel et/ou 3) sur un niveau supérieur à l'avancement de l'introduction, ce qui les force à penser en termes de méthodes, d'applications et de solutions du DD.

3.3.5 Évaluation et suivi

Cette étape indispensable à la réussite du projet d'innovation pédagogique est une partie intégrante du processus d'intégration du DD. Elle permet de s'assurer que les objectifs identifiés à la deuxième étape (fixation des cibles) ont bien été atteints et d'évaluer la satisfaction des intervenants et des acteurs impliqués. Si le projet d'innovation pédagogique n'a pas atteint ses objectifs, il est nécessaire de reprendre le processus à la première étape (cartographie des programmes) afin de rectifier la mauvaise planification qui a pu être faite, de penser à nouveau aux objectifs et de développer un nouveau plan d'action plus adapté. Cela permet alors d'améliorer les activités pédagogiques à présenter en fonction des besoins requis. L'évaluation passe par un sondage de satisfaction (voir Annexe B) remis aux étudiants au cours des présentations des modules développés ainsi que la réception des commentaires des professeurs. Cette étape permet d'effectuer un retour sur la méthodologie dans le cadre d'un processus de perfectionnement itératif. Chacune des étapes pourra donc être réadaptée au besoin afin de répondre aux attentes de manière plus efficace.

Chapitre 4. Systematic curriculum integration of sustainable development using life cycle approaches: the case of Civil Engineering Department at the Université de Sherbrooke.

4.1 Avant-propos

Auteurs et affiliation :

- Bastien Roure : étudiant à la maîtrise, Université de Sherbrooke, Faculté de génie, Département de génie civil, Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Ingénierie Durable et en Écoconception (LIRIDE).
- Chirjiv Anand : stagiaire post-doc, Université de Sherbrooke, Faculté de génie, Département de génie civil. Membre du Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Ingénierie Durable et en Écoconception (LIRIDE).
- Véronique Bisailon : conseillère en éducation au développement durable, Observatoire de l'environnement et du développement durable, PACTE 2D, Université de Sherbrooke.
- Ben Amor : professeur, Université de Sherbrooke, Faculté de génie, Département de génie civil. Directeur du Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Ingénierie Durable et en Écoconception (LIRIDE).

Date de soumission : 20 juillet 2017.

État de l'acceptation : Accepté le 29 novembre 2017 et publié le 16 janvier 2018.

(<https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2017-0111>)

Revue : International Journal of Sustainability in Higher Education.

Titre français : L'intégration systématique du développement durable dans les programmes en utilisant l'approche cycle de vie : le cas du département de génie civil de l'Université de Sherbrooke.

Contribution du document :

Cet article contribue au mémoire en présentant la méthodologie détaillée, les résultats et les conclusions permettant d'atteindre les trois premiers objectifs spécifiques menant ainsi à l'atteinte de l'objectif principal du projet de recherche.

Résumé en français :

L'étroit lien existant entre le domaine du génie civil et les concepts du DD ont permis la mise en place de différentes initiatives d'intégration du DD dans les formations de génie civil que ce soit au premier, au deuxième ou au troisième cycle. Pourtant, une intégration cohérente et systématique reste absente de la littérature. Le projet d'intégration dans les programmes est un grand défi et demande le développement de certains protocoles pour en assurer la réussite. Cet article propose une approche d'intégration systématique du DD en utilisant l'approche cycle de vie et ses outils associés pour une intégration efficace dans les programmes. La procédure proposée comprend cinq étapes 1) Cartographie du programme, 2) Mise en place des objectifs d'apprentissage, 3) Développement d'un plan d'action pour le programme, 4) Mise en application du plan d'action et 5) Évaluation de la réussite de l'intégration. L'intégration se base sur l'approche cycle de vie et les outils associés telle l'analyse du cycle de vie environnementale, l'analyse des coûts du cycle de vie et l'analyse sociale du cycle de vie. Les résultats présentent la mise en application de la procédure au programme de baccalauréat en génie civil de l'Université de Sherbrooke. L'évaluation de la réussite de la procédure d'intégration a été faite à travers un sondage de satisfaction distribué aux étudiants du baccalauréat et les résultats se sont avérés positifs avec 85% de réponses positives. Enfin, cette approche d'intégration du DD dans les programmes peut être facilement appliquée à d'autres programmes universitaires aussi bien de génie qu'à d'autres facultés.

Les sections suivantes constituent le contenu de l'article tel qu'il a été publié.

4.2 Abstract

The purpose of this paper is to provide a consistent and systematic integration framework of sustainable development (SD) in a civil engineering (CE) curriculum given the connection between the two. Curriculum integration is a challenging project and requires the development of certain protocols to ensure success. This paper thus proposes a framework for the systematic integration of SD through the lenses of life cycle approach and associated tools to attain effective curriculum integration. The proposed framework suggests the following five steps: 1) Mapping the curriculum, 2) Setting learning targets, 3) Developing an action plan for the assessed program, 4) Implementing the action plan and 5) Assessing the final performance. This framework was applied to the CE curriculum at Sherbrooke University. To assess its success, a student satisfaction survey was conducted, and teachers' feedback was obtained; the results showed 85% positive responses. The authors show how this study allowed the CE curriculum to be properly updated and brought in line with today's engineering profession requirements with regard to SD. The integration focuses on the application of life cycle approaches and tools such as environmental life cycle assessment and life cycle costing on CE content. Additionally, the presented approach can be easily adapted to other engineering curriculums and, to a certain extent, to other non-engineering curriculums.

Keywords: Education, Civil Engineering, Curriculum integration, Sustainable development, Life cycle approach.

4.3 Introduction

The concept of sustainable development (SD) emerged from the publication, “Our Common Future” (World Commission on Environment and Development, 1987), and since then, it has become increasingly popular. This is partly explained by the role of education, which can effectively deploy sustainability concepts to students: our young citizens (UNESCO, 2015). The attainment of SD integration in education requires, among other things, curriculum updating through the introduction of SD concepts within the contents of the courses. An important part of this practice is, when possible, to teach SD in the context of the course and to familiarize students with SD responsibilities, thinking and tools (Abdul-Wahab, Abdulraheem, & Hutchinson, 2003). Such integration would be useful for the future implementation of sustainability in the everyday work of the students as engineers, for whom requirements are presented by employers as well as the National Qualifications Board (Engineers Canada, 2016).

The Université de Sherbrooke (UdeS), is a full University with many faculties. Prior to the pedagogic innovation, the PACTE 2D (acronym in French for partnership, learning, collaboration and transfer in sustainable development education), a gathering of seven Quebec institutions (including the UdeS) working in collaboration on the integration of SD into education as a common goal (Anand, Bisailon, Webster, & Amor, 2015), distributed a questionnaire to all the students of these institutions. At the UdeS, these students were from all the faculties of the university, i.e., law, management, education, engineering, science, letters and human sciences, medicine and health sciences and physical activity and sport sciences. The aim was to assess their perception of how well SD is integrated into their curriculum. The questionnaire contains twenty questions on three themes (“sociodemographic data,” “SD and me,” “SD and my curriculum”). The results from the 3,981 students who volunteered to complete the questionnaire were gathered, including 217 engineering students. The major results showed that most of the students, including those in engineering, are more interested in the SD issues related to their field of study. Finally, referring to the third theme of the survey, SD integration in a curriculum, the engineering students showed great interest in integration through the existing courses as opposed to a new course in their engineering curriculum. It is, therefore, in that context, and taking these observations into consideration, that the pedagogic innovation occurred at the UdeS.

Curriculum integration has many clear advantages; however, the goal of incorporating SD concepts into a curriculum, in contrast with teaching it separately as a course by itself (Barth & Rieckmann, 2012; Segalàs & Mulder, 2009) remains a great challenge as it leads to profound changes (Venkataraman, 2009). Additionally, incorporating sustainability in a curriculum requires from the academic staff, their motivation and willingness, SD knowledge, and strong pedagogical skills (Barth & Rieckmann, 2012; Boks & Diehl, 2006; McKeown, 2006; Restrepo, Blanco-Portela, Ladino-Ospina, Tuay Sigua, & Vargas, 2017; Wahr et al., 2013). From this perspective, various curriculum integration efforts have been made in the past (Boks & Diehl, 2006; Kalla & Brown, 2012; Kumar et al., 2006; Mintz et al., 2014; Painter, 2003; Prevost, 2013; Schroer et al., 2015). Further, with the aim of integration, numerous teaching methods have been adopted in different curricula including civil engineering (CE), such as introducing new courses, mandatory courses, course modules, lectures (Bielefeldt, 2013; Christ et al., 2014; Kevern, 2011; Sisiopiku, 2015), problem and project-based learning (Beiler & Evans, 2015; Guerra, 2017; Jollands & Parthasarathy, 2013), incorporating sustainability into existing junior and freshman courses (Christ et al., 2014), in capstone projects (Christ et al., 2014), in teaching modules (Glendinning et al., 2013) and through role-playing games (McConville, Rauch, Helgegren, & Kain, 2017).

Different gaps in such curriculum integration efforts are noted in the literature. For instance, (Weber et al., 2014) reported that a four-week learning session based on modules is not enough to integrate SD concepts. (Bielefeldt, 2013) documented the integration of four beginner-level modules in two final-year courses and one post-graduate course. However, between the freshman and senior courses, no modules or courses were introduced. These integrations are a great way to provide introductory content; however, the need for integration throughout the curricula remains unaddressed. The insufficiency of combining SD activities with existing course content may be one of the aspects causing these gaps (Figueiró & Raufflet, 2015). Eventually, a longer and more substantial important spread of teaching modules is required to cover these gaps (Desha & Hargroves, 2014; Weber et al., 2014). The success of previous integrations was based on the involvement of faculty members in the implementation process (Barth & Rieckmann, 2012), the integration of SD activities throughout several courses of a curriculum (Bielefeldt, 2013; Glendinning et al., 2013; Jollands & Parthasarathy, 2013) and the application of SD concepts in engineering activities (Christ et al., 2014; Jollands &

Parthasarathy, 2013; Sisiopiku, 2015; Weber et al., 2014). These approaches have been utilized and combined to improve the development of the procedure presented in this article. Each use is well documented in the methodology section when applicable.

Considering the need for SD integration in a curriculum, the unaddressed gaps and previous efforts, this paper's objective is to develop and provide a framework to systematically integrate SD concepts within an 8-semester engineering curriculum. To attain this objective, the paper will focus on the integration of the sustainable development concept of life cycle thinking and associated tools such as life cycle assessment (LCA). The concept of LCA was chosen as it is one of the SD concepts that can be integrated into many engineering fields (Finnegan et al., 2013). Life cycle thinking is essential to leave the "end of pipe" approach and enter a more pollution-prevention and holistic approach as it leads engineers to consider the entire life cycle phases of a product or service, including production, transportation, use and end of life. Life cycle thinking allows for the assessment not only of the traditional technical and economic impacts usually performed by engineers but also environmental and social ones. In addition, life cycle thinking helps in highlighting impact displacements from one life cycle stage to another and from one indicator to another, considering multiple indicators that can be assessed using LCA (e.g., impact displacement from global warming to water use or from the environmental perspective to the social perspective). Life cycle approaches and tools, such as LCA, were formerly introduced in university curriculums; however, it has either been used only in introductory or experimental contexts and as optional content to gauge the interest and understanding of freshman-year students (Evans et al., 2008; Weber et al., 2014). Introductions made in specific fields (Lee, 2015; Meo et al., 2014; Powers et al., 2011) have been documented; however, a systematic integration of life cycle approaches and tools in a curriculum has not yet been produced to the best of the authors' knowledge.

The paper builds on a book chapter in which this pedagogical innovation was preliminary documented (Anand et al., 2016) and serves as a follow-up presenting the final and refined methodology and its application in the CE department at the UdeS. The first section of the paper presents the previous pedagogic innovations documented in the literature concerning the integration of SD in higher education. Particular attention was given to the sections using the life cycle approach and related tools. The paper then presents a revised and refined version of

the methodology including recent adjustments. For instance, the stage 4) Implementation of the action plan has been added as a full step in the updated methodology, and the second step from the book chapter (Assessing SD knowledge Transfer) has been removed and spread throughout the five steps as it requires continuous monitoring. Section 3 presents a detailed and complete version of the current findings from the application of the proposed approach. Moreover, and most importantly, the results from an assessment of the impact on students of the integration is provided to illustrate the successful application of the proposed framework. Finally, with the experiences gained through the application of the framework, suggestions are provided to expand its applications in other discipline.

4.4 Methods

This section presents the proposed framework for SD integration in a curriculum. The framework is built on the following five steps: 1) Mapping the curriculum, 2) Setting learning targets, 3) Developing an action plan for the assessed program, 4) Implementation of the action plan and 5) Assessing the final performance. These steps are in accordance with the general guidance for curriculum renewal suggested (Desha & Hargroves, 2011). The framework is presented in its final version. After many exchanges, comments and observations resulting from several presentations and workshops with professors of engineering departments, the presented framework received the best reception from faculty members.

4.4.1 Mapping the curriculum

In the current framework, curriculum mapping is proposed as a first step to identify existing levels of SD and the potential for future integration. In the literature, curriculum mapping is suggested as the first step in renewing a curriculum (Desha, Hargroves, & Smith, 2009). The purpose of this step is the identification of existing activities (in course content), the logic of the sequence for integration, and the SD content covered by these activities in the undergraduate curriculum being subjected to the integration of SD (Wahr et al., 2013).

4.4.2 Setting learning targets

The second step sets the defined learning targets and thresholds of SD to be reached in each course. As shown in Figure 4.1, the targets are based on student competencies and the desired impact on student learning as suggested by Bloom's Taxonomy. For example, the introductory terms should be the first content integrated in the courses taken earlier in the curriculum to help students improve towards knowledge transfer and to avoid providing course material without giving them enough time to develop critical thinking related to the content given in other courses.

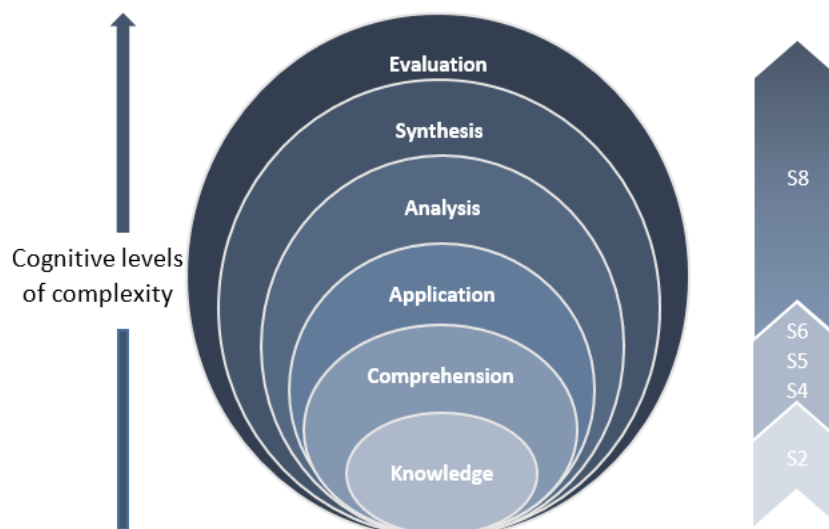


Figure 4.1 – Bloom's Taxonomy [Figure adapted from (Forehand, 2010)]. S refers to semester in a given program.

4.4.3 Developing an action plan for the assessed program

The action plan mainly refers to the development of the defined learning activities (e.g. modules), either with a view to modifying existing activities or creating new ones to achieve the SD targets and the established levels of competencies and targets defined in section 4.4.2. Special attention is required while creating new content to maintain the harmony and fit of the new content with the already existing activities in the curriculum. During this step, the educational materials, expertise and teacher training requirements are determined. These resources may be needed in implementing the following steps described in sections 4.4.4 and 4.4.5.

4.4.4 Implementing the action plan

In this stage, in addition to presenting the modules⁶, the level of students' SD competencies must be assessed as they advance in their curriculum so that an evaluation of the knowledge transfer of the introduced concepts can be performed. At the UdeS, in each course where a module has been introduced, the students can be evaluated on three different levels: (1*) refers to knowledge from previous courses applicable to the current problem, (2*) refers to current course knowledge and (3*) refers to the next level in their course to which they have not yet been introduced. The third level of evaluation forces the student to think in terms of SD methods,

⁶ A module is a presentation of a specific objective of a course lasting from 2 to 3 hours.

applications, and solutions. At this step, a pre-integration assessment helps to clearly identify and address the educational insufficiencies of SD. The obtained results corresponding to this step are presented in section 4.5.4.

4.4.5 Assessing the final performance

At this stage it is identified whether the achievement of the SD targets is guaranteed. The measurement of the satisfaction of the students allows for the assessment of the success of the set targets. The assessment is needed to gather the information and highlight the changes that should be made to obtain better integration. To do this, at the UdeS the process includes conducting the assessment through a satisfaction survey distributed to all the involved undergrad students in the CE program. It is a concise survey comprised of four questions students can answer during the presentation of each of the developed or adapted activities. This survey must be concise to avoid a high rate of non-responses and to obtain optimal involvement from the students. The questions determine demographics, perceived learning outcomes and the learning experience related to the module's presentation. The objective of the survey is to assess the students' perceptions as a learning outcome, rather than their performance related to the activity content. However, the data on the students' performances was assessed for the capstone project as the SD evaluation in this course gathered all the knowledge acquired from previous modules. A massive open online course (MOOC) entitled "Questionnaire Design for Social Surveys" developed by the University of Michigan was followed to produce the survey without any counter meaning or misunderstanding from the respondents that could lead to bias. The survey also helps to capture students' interest in SD in education and in their future professional practices.

4.5 Proposed framework application

This section presents a case study in which the proposed framework presented in section 2 is applied to the CE department at the UdeS.

4.5.1 Mapping the curriculum

The CE undergraduate curriculum was first mapped to identify the offered activities in relation to SD. In the CE department, 35 mandatory courses were mapped allowing for the identification of the 12 courses in which the potential applications of SD made sense (for instance, no course mapping was performed on GCI 100 Linear Algebra, GCI 101 Mathematics or GCI 107 Graphic Communication in engineering). Out of these 12 courses, the mapping (Figure 4.2) revealed that only three existing mandatory courses included SD content before the integration. To simplify and better understand the mapping, levels of complexity were assigned (1), (2) and (3) as follows: (1) Indicates knowledge level, while (2) and (3) refer to comprehension and advanced⁷ levels of SD integration, respectively. These levels of complexity are in line with Bloom's taxonomy as shown in Figure 4.1 and were determined by professors entitled to do so, according to the depth of the courses' content in connection with the SD concepts.

Student evaluations were collected for the courses with integration. The numbers with an asterisk in Figure 4.2 represent the level of complexity of SD content to which the students were subjected for an evaluation (i.e., knowledge (1*), comprehension (2*) and advanced (3*)). For example, during semester 4 (S4), the existing level of integration in the course GCI 515 is comprehension (2); however, the evaluation was conducted at a knowledge level (1*).

Sophomore Year (S4)	GCI 515 Environmental Engineering (prerequisite of 30 credits) (2) (1*)
Junior Year (S6)	GCI 520 SD and Environmental Management (prerequisite GCI 515) (3) (1*)
Senior Year (S8)	GCI 900 Capstone Project (prerequisite of GCI 600) (1) (2*)

Figure 4.2 – Mapping of the Civil Engineering curriculum at l'UdeS prior to SD integration

Levels of SD integration: (1) Knowledge, (2) Comprehension, (3) Advanced

Levels of SD evaluation: (1) Knowledge, (2*) Comprehension, (3*) Advanced*

S refers to semester

⁷ Advanced referring to the Application, Analysis, Evaluation and Synthesis cognitive levels of complexity from Bloom's Taxonomy all fulfilled throughout the activity GCI 900 Capstone project.

4.5.2 Setting the learning targets

At the UdeS, the educational targets of the modules and activities were developed based on levels of cognitive complexity from Bloom's Taxonomy (Figure 4.1) and the student knowledge acceptance phases (Figure 4.3). The subjectivist stage is generally attained by the students as they tend to connect the already acquired knowledge with that which they need to acquire (Bédard, Lison, Dalle, Côté, & Boutin, 2012). The first connection occurs between the "knowledge" phase and the subjectivist stage as the first modules, presented in the course GCI 606 Communication and professional practice, introduce the application of life cycle tools in various CE applications. These modules promote the idea that life cycle tools are important to find an eco-friendly solution or product. The second connection occurs through the modules of the "comprehension" phase as they were planned to relate to the relativistic stage. The relativist stage is related to professional training.

In these modules, the focus is on the process of finding a solution based on an imperfect tool, which relies on a methodological development in progress. The "comprehension" phase remains consistent with the student's knowledge and promotes learning over the long term. To solve a given problem, at this stage, the students adapt to rethinking the system and the possibility of exploring outside the instructions. Most importantly, as each human activity affects the ecosystem, society and the economy, the students will work on finding a solution that is comparatively less damaging as opposed to finding a non-damaging one that does not exist. At this point, the students, realizing that all products or services have a potential impact, come out of the "black or white" paradigm. Therefore, they understand that the problem is open to several legitimate solutions. In addition, despite the limitations, the tools enable the students to select and present the most viable option that, beforehand, was not necessarily on the list of possibilities considered. Finally, the last module, introduced into the capstone project within the "advanced" phase, is a very promising avenue to guarantee the transfer of knowledge from university to the professional practice of engineering. In this last phase, the students are required to apply the knowledge they gained in the previous modules and the current ones to the analysis and design phases of their design projects. The opportunity to apply their sustainability knowledge during this particular phase completes their understanding of the learning content provided to them.

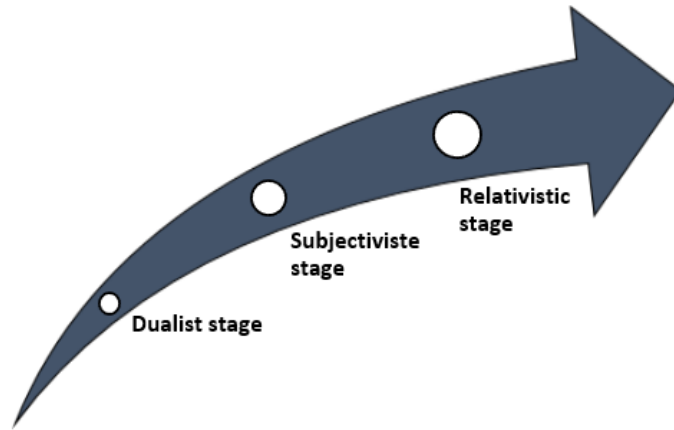


Figure 4.3 – Student knowledge acceptance phases (Perry, Jr., 1981)

4.5.3 Developing an action plan for the assessed program

Based on the learning targets set in the previous stage, different modules, presenting the concepts of life cycle thinking and available associated tools, were developed by a faculty member with expertise in SD. These educational materials were developed with the aim of being introduced in the next stage, in different semesters (from S2 to S8) of the curriculum to fulfill the different cognitive levels of complexity (Figure 4.4). The first two modules allow the introduction of SD and life cycle principles at the cognitive knowledge level through the GCI 606 Communication and professional practice course. The more students progress in their studies, the more technical material related to the content of the course are presented in the modules. Eventually, the advanced cognitive level is achieved through the final design project in which students apply all their previous learning (for more details see section 4.5.4). Beyond not treating SD as additional content by not implementing a new course into the overloaded curriculum, this action plan allows students to receive the equivalent of a 15-week course on SD concepts and applications during their entire engineering education.

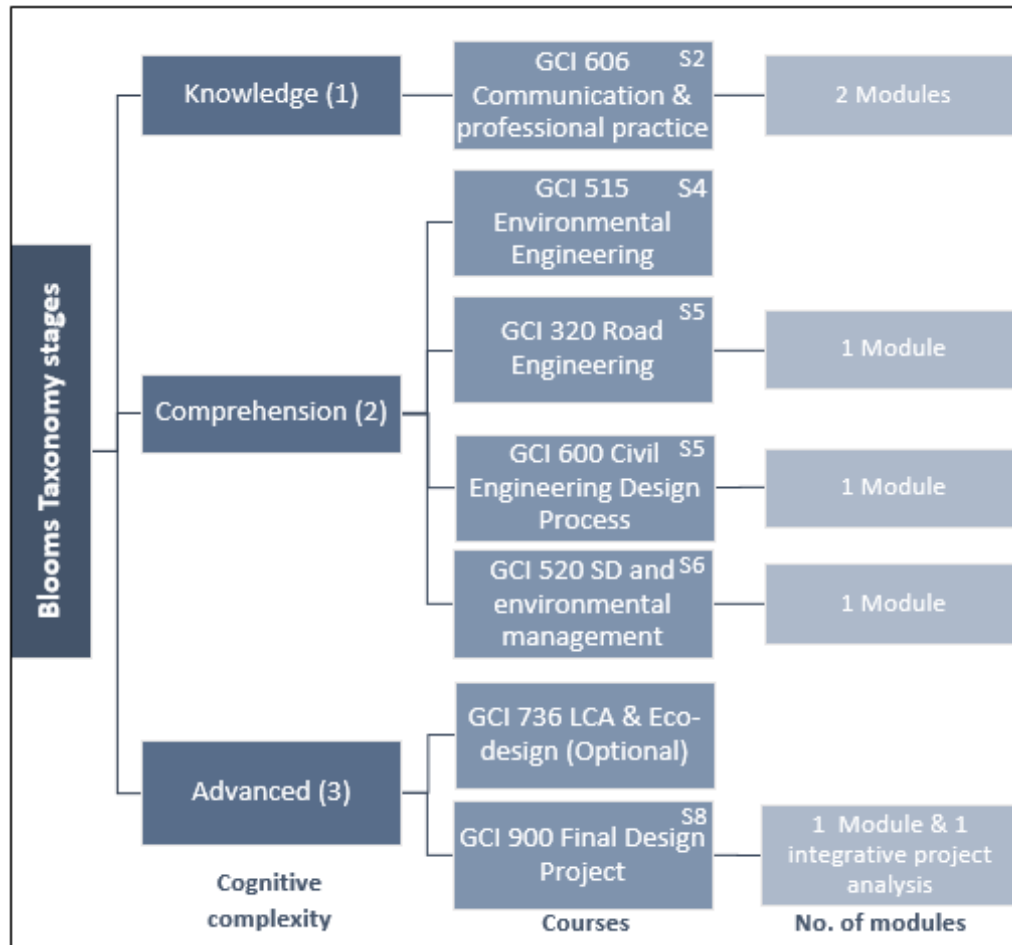


Figure 4.4 – Deployment of the life cycle approach and tools along the undergraduate curriculum of CE

4.5.4 Implementing the action plan

This step mainly refers to the operationalization of the changes by introducing the new content into the courses and teaching it. In this section, as a result of the previous four steps the following observations are presented. These observations justify the need for the strategic procedure used in 4.4.1-4.4.4 and verify that the desired impact on student learning is attained. Figure 4.5 shows the mapping of the modules and activities developed during the integration process (part B), along with the former existing ones (part A), and the level of integration in each of the courses after integration. As mentioned in section 4.4.4, different evaluation levels of the students were used considering the integration levels adopted. For instance, in the course GCI 606, the evaluation was performed at the same level as the integration (level 1, see Figure 4.5). However, in case of the course GCI 520 (introduced in S6), the introduction was performed at a comprehension level (2) of SD, which includes the understanding and application of ISO standards and the use of software (Figure 4.4 and Tableau 4.1), but it was evaluated at an

advanced level (3*) of sustainability skills, to cause the students to think in terms of application of their knowledge, for example the LCA method, which represents an advanced competency level. The courses mapping after the integration documents the educational activities and identifies the potential deficiencies regarding the current integration of SD and allows going over the process to make any necessary adjustments.

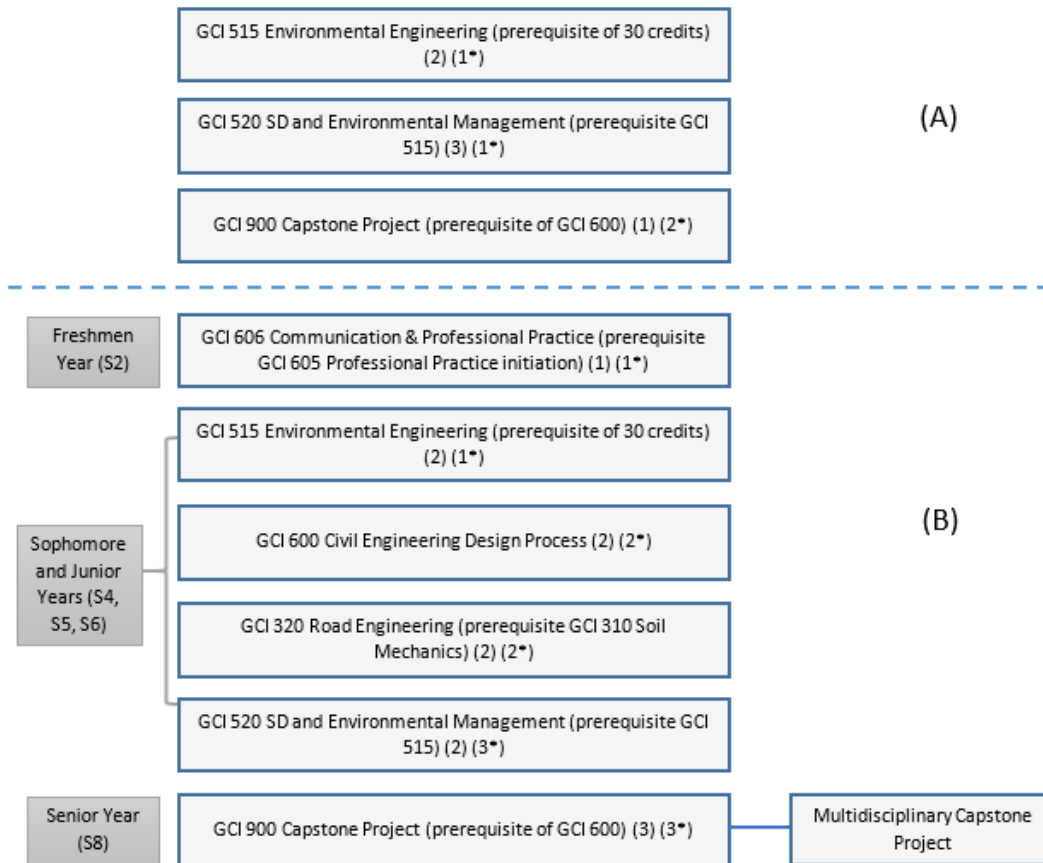


Figure 4.5 – Mapping of the civil engineering curriculum at l'Université de Sherbrooke prior to SD integration (A) and Knowledge transfer evaluation post integration (B)

Levels of SD integration: (1) Knowledge, (2) Comprehension, (3) Advanced

Levels of SD evaluation: (1) Knowledge, (2*) Comprehension, (3*) Advanced*

S refers to semester

The aim was to achieve the educational objectives mentioned in Bloom's Taxonomy through a module-based introduction throughout a curriculum of different levels of knowledge and complexity (Figure 4.4). This section presents examples from the modules introduced at the UdeS (Tableau 4.1). In addition to strengthening the connections between courses in the same department, the teaching methods guarantee enhanced student-teacher relationships. The modules created help to transfer the knowledge to students who are on their way to becoming future engineers. For example, in the "knowledge" module of GCI 606, the student is introduced

to SD and its various tools, such as environmental life cycle analysis, life cycle costing and social life cycle analysis. At the next level, the “comprehension” module, in the course GCI 600 Civil Engineering Design Process, they learn about eco-design strategy instead of conventional design. At the “advanced” level of Bloom’s Taxonomy, the students can apply the knowledge acquired in the previous years to a real-life project within the scope of GCI 900 by conducting a streamlined LCA and by analyzing the results to enhance their project in relation to SD. The modules were created to stay in line with the culture of the civil engineering department where students apply what they learn while remaining very close to the needs of the practice enhancing the knowledge transfer from the university to the professional market. It is for that purpose, as well as to comply with the requirements of sustainable engineering type jobs, that the teaching methods were designed. In the following section, the implementation of the plan is described based on the desired impact on students' learning identified as a) Development of life cycle and critical thinking about the technical content given and b) Development of skills to use life cycle tools.

Tableau 4.1 – SD modules implemented in the Civil Engineering curriculum at l’Université de Sherbrooke

<i>Course Title</i>	<i>Semester</i>	<i>Complexity of the content</i>	<i>Teaching method</i>	<i>Content</i>
<i>GCI 606 Communication and Professional Practice</i>	S2	Knowledge (1)	Masterful lecture, in-class active learning	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to SD and life cycle thinking • Presentation of LCA, LCCA and SLCA as SD tools • SD application in CE (Materials, Building, treatment of Sewage Sludge)
<i>GCI 600 Civil Engineering Design Process</i>	S5	Comprehension (2)	Masterful lecture, in-class active learning, case studies	<ul style="list-style-type: none"> • Professional expectations of an engineer toward SD • Sustainability in design process • Integrated Sustainable Engineering Design Process (ISEDPP) • Application of ISEDPP through LCA tools (E-LCA, LCCA and SLCA)
<i>GCI 320 Road Engineering</i>	S5	Comprehension (2)	Masterful lecture, in-class active learning, case studies	<ul style="list-style-type: none"> • LCA on pavements cover up (asphalt, concrete...) • LCCA on pavements • Impact Estimator for Highways 1.0 tool
<i>GCI 520 SD and environmental management</i>	S6	Comprehension (2)	Masterful lecture, in-class active learning, case studies	<ul style="list-style-type: none"> • LCA methodology • ISO 14044 • Databases • Main Software
<i>GCI 900 Capstone Project</i>	S8	Advanced (3)	Software tool, team design project	<ul style="list-style-type: none"> • Simplified LCA methodology • Eco-design • Ecoindicator databases • The application of a streamlined LCA tool on student projects

4.5.4.1 Life cycle and critical thinking

Critical thinking is a vital competence for students in engineering. In connection with SD, according to many students, green practices, such as the use of biodegradable products, are by nature better for the environment; however, through these modules, the presenting of case studies using the life cycle approach breaks this preconceived idea by encouraging them to think more globally at different stages of the life cycle. For example, the first module, of the life cycle thinking applied to building materials for a solution with least environmental impact, leads the students to identify an optimum solution for their project based on a life cycle approach considering various impact indicators. Because of this multicriteria analysis, the students do not have to look any further for solutions to answer questions such as “Does consideration of another environmental impact change our optimal solution?” Later, during the “knowledge” phase, the students are introduced to the diverse tools of SD, such as eco-design and green certification systems (e.g., LEED). These tools, also based on concepts of life cycle analysis at certain levels, are presented for economic, environmental as well as social analysis. With the presentation of these two modules, the students are provided with an overall understanding of tools and practices to measure the sustainability of an engineering project.

Following the previous module, “comprehension” modules were developed and introduced in three different courses. These modules mainly aim to extend the knowledge formerly acquired through the modules of the “knowledge” phase by presenting the tools of SD and of the life cycle approach in a more detailed manner. Due to the introduction of methodological foundations, including scientific developments in the field, the students can learn the LCA concepts in-depth. In addition, the uncertainties that are incidental to life cycle modeling and the complexity of quantifying the impacts of a CE project from an SD perspective are better understood. By all means, the “comprehension” modules reinforce the new knowledge based on changes in student learning and put them into perspective with that previously acquired.

4.5.4.2 Skills to use life cycle tools

To have well-trained students in applying life cycle tools, a module focusing on the development and the application of LCA skills using LCA tools was developed. This module, applied in the GCI 900 Capstone Project, enters the “advanced” phase corresponding to the cognitive levels of application, analysis, synthesis and evaluation of Bloom’s Taxonomy. This course is the right

fit for skills development because it allows the students to use already acquired knowledge in their design project. A project is presented by clients, such as an engineering consulting firm or a Department of Transportation for which they are required to find solutions to real problems and constraints. Prior to the pedagogic innovation, the environmental issues of the design project were only discussed through a literature review. Now, with the presentation of the streamlined LCA in the GCI 900 course and its possible applications in CE projects, students use the tool for their capstone projects under the supervision of a professor.

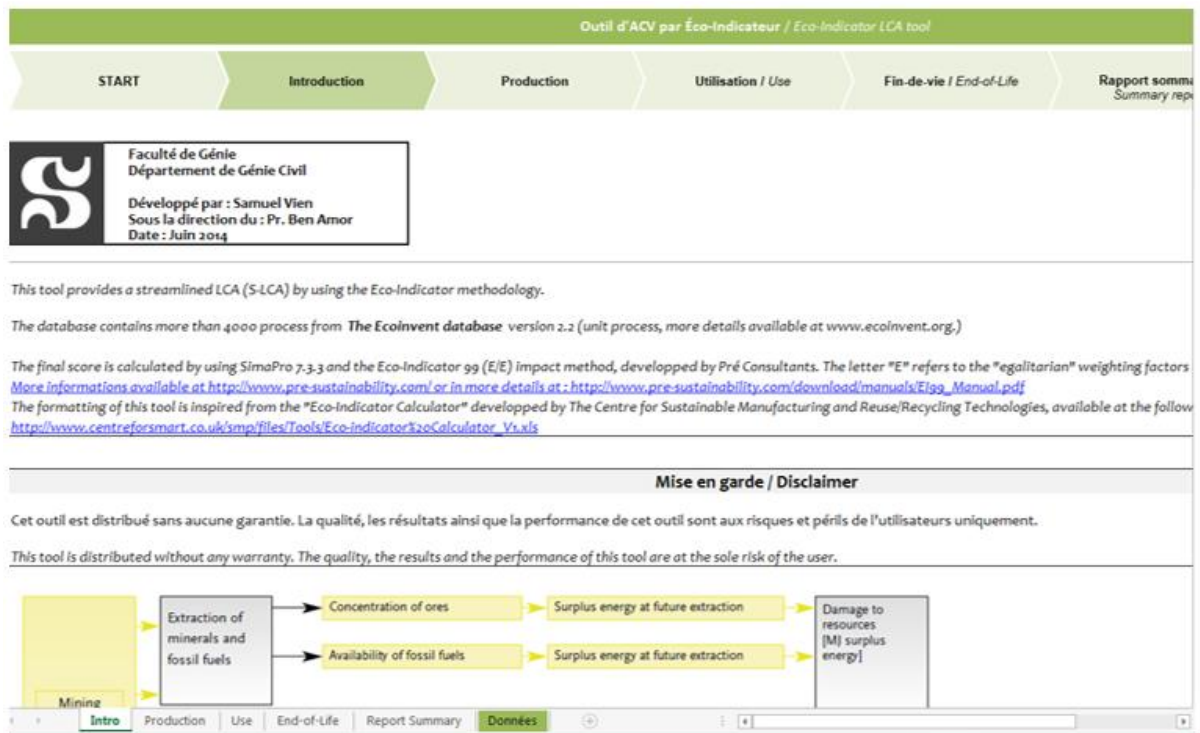


Figure 4.6 – Streamlined LCA tool developed and used in the course GCI 900 Capstone project

This streamlined LCA tool was developed specifically to be used in the course GCI 900 Capstone project (Figure 4.6). The tool is used for the assessment of the environmental impacts of their civil engineering capstone project. It is applied to several scenarios taking into account the whole life cycle, i.e., considering the extraction phase, the production phase, the selection of suppliers for the structure and its end-of-life (demolition, landfilling or recycling). Along with the modeled LCA scenarios, the teams of students perform other analyses (e.g., functional analysis, risk analysis and socio-economic analysis), assessing all the aspects of a project to obtain the most suitable scenario from a sustainable engineering point of view. The reason for choosing the most suitable scenario is provided by the analysis along with the identified areas

for improvement. For the streamlined LCA, the preferred scenario is decided according to the results obtained through the tool. Then, the teams develop the plans and specifications of the scenario, chosen as a result of the analysis. Eventually, a written report is presented to the client and members from the industry who comprise an external jury and to professors who comprise an internal jury, all of whom have adequate expertise with regard to CE and the project to be evaluated. The report includes the results of the streamlined LCA and the outcomes of the project. The benefit for the industrial partner lies in the fact that their projects, realized by the students, are more in line with the professional practice of engineering given that the SD concepts have been taken into consideration. The development of the skills to use the life cycle tools and perform a streamlined LCA in a capstone project has its place among the desired learning impacts from an SD integration perspective. These skills, which are developed through the streamlined LCA, led other faculties of the University of Sherbrooke, such as business management, to use it for their SD integration. Hence, throughout the activity GCI 900, the students are invited to apply the knowledge previously acquired to actual situations, to analyze each part of their project through the simplified LCA application. Then, they propose solutions for improving the project in terms of the environmental aspects that mark the synthesis level. Finally, the students defend the proposed solutions by presenting them in a report, basing their thinking on actual evidence provided by the simplified LCA.

4.5.5 Assessing the final performance

The assessment of the implementation's success was made based on the students' satisfaction survey and a compilation of comments of 107 students. This option was chosen because of the way in which the integration was conducted. Indeed, the usual questionnaire feedback at the end of a session completed by students to express their comments towards a course was not an option given that the integration is module-based, so the intervention is only relevant during the session and not all session long. Positive responses and appreciation by students were counted towards the acceptance of the introduced SD modules. The acceptance and retaining of the content provided are best observed during the capstone project. It is at this stage that the students have the opportunity to apply all the SD knowledge acquired during their undergraduate studies. The students of S2 (GCI 606 Communication and professional practice) and S5 (GCI 320 Road engineering) were introduced to modules during the 2016 winter session. In general, the survey

illustrates interest toward SD in education and their future professional practices (Figure 4.7). The rate of participation was high, although some questions were not answered. Some free spaces were also provided in the survey for the students to express their thoughts in a broader way than simply through a multiple-choice questionnaire, and some interesting quotes showing the results of the innovation can be cited, such as, for instance, *“I didn’t know the importance of sustainability issues within our future jobs but now it’s getting clearer for me,” “The SD principles are important elements to mention in the civil engineering program,” “Every course, where it’s possible, should include the SD principles in order to have presentations about the most applicable cases possible.”*

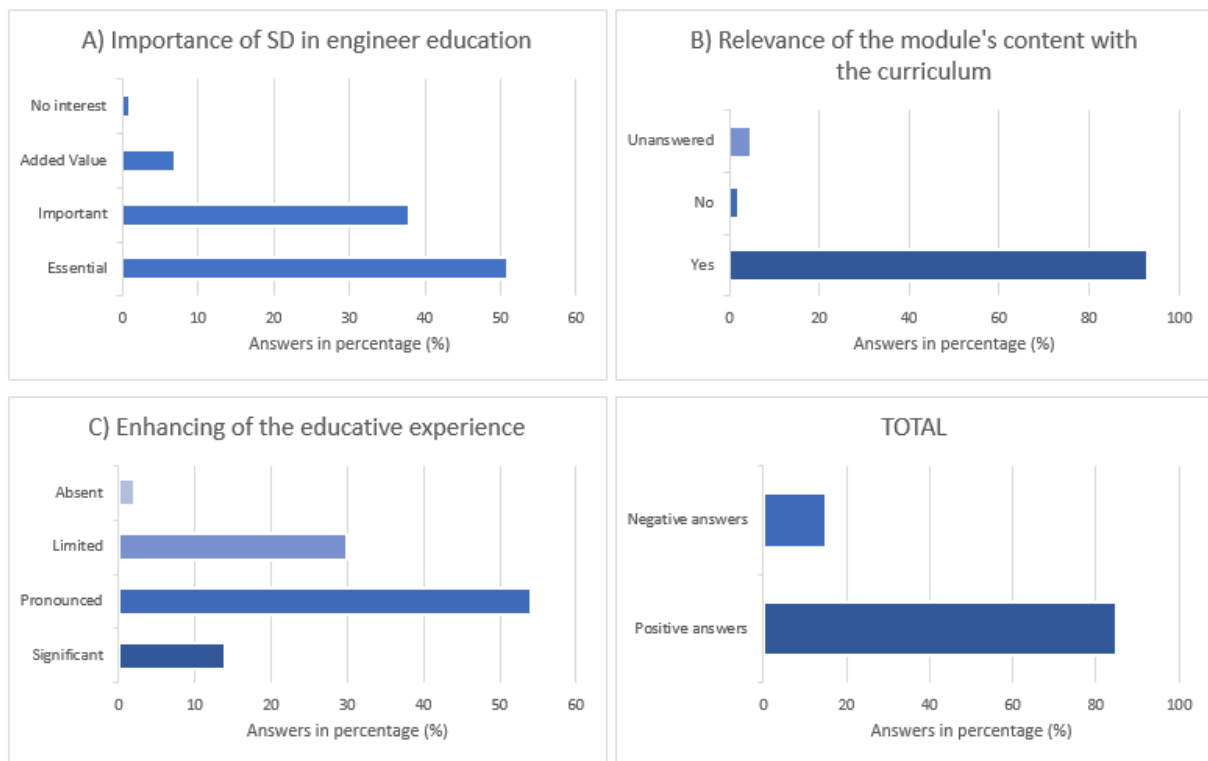


Figure 4.7 – Results of the satisfaction survey conducted as part of the pedagogic innovation

The percentages for the total results were obtained by adding the answers of A) “No interest,” “Added Value,” B) “No” and C) “No,” “Limited” and divided the sum by the total number of answers for the negative one and by adding the answers of A) “Important,” “Essential,” B) “Yes” and C) “Pronounced,” “Significant” and divided the sum by the total number of answers for the negative one.

An assessment of the students’ performances in the course GCI900 was performed to measure the success of the teaching activities (see Figure 4.8). The results originate from the evaluation to which the students were subjected in the course (i.e., Streamlined LCA of their project, and a written report describing and interpreting the results was obtained). Each year, the students

are divided into groups of 4 students (17 groups in 2014 and 2015 and 18 groups in 2016), and the grades are given out of 50 points. The aim of these figures is not to compare the different cohorts over the years but rather to display the results. The Figure 4.8 displays the mean, standard deviation, maximum and minimum for each of these years. Over these years, the means are satisfactory, and an improvement is visible due to the growing maturity of the teaching activities. In addition, the results are less stretched out as the standard deviation decreases, which indicates more homogeneity in the performances. This quantitative assessment is reinforced by the qualitative observations that, over the years, the students arrive at this course better prepared for the streamlined LCA due to the modules presented in their previous courses.

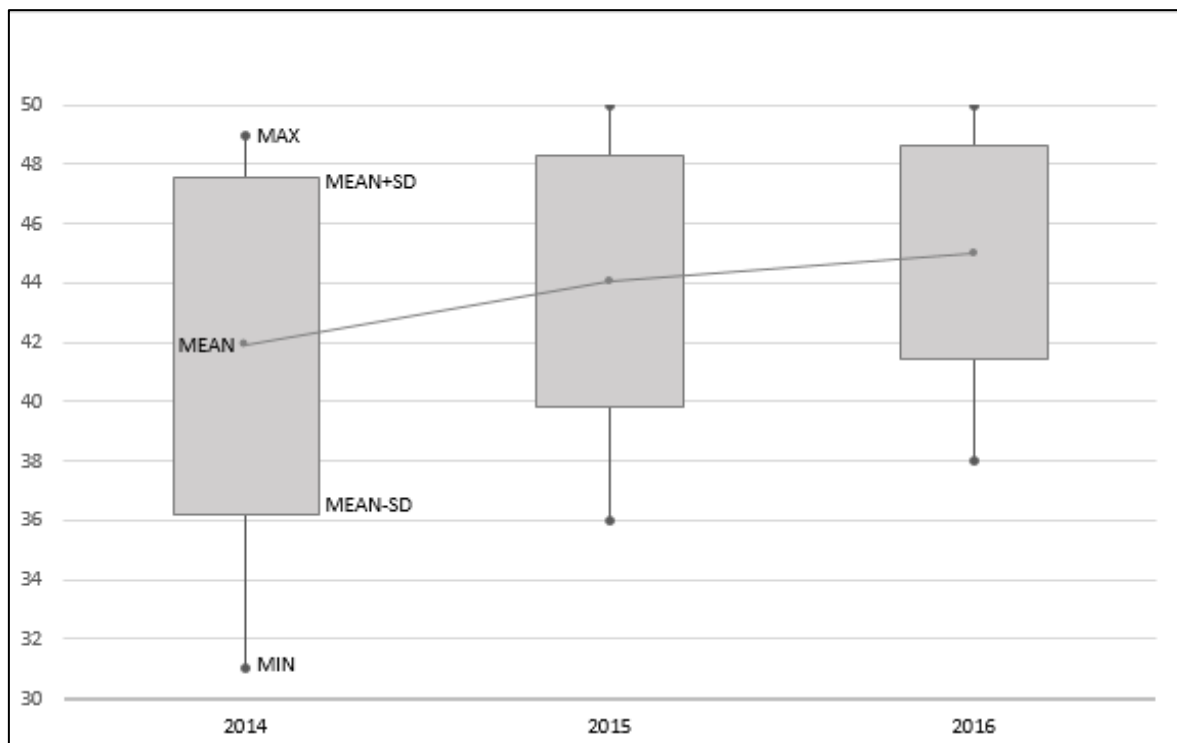


Figure 4.8 – Students' performances in the capstone projects for the years 2014, 2015 and 2016

4.6 Discussion

Many factors, such as academic barriers and the scope of the project proposed, need to be addressed before hoping to obtain successful integration. The integration of SD contains many challenges that are often identified depending on the size and complexity of the institutions (Chase, 2009), institutional inertia (P. Jones, Selby, & Sterling, 2010), communication difficulties (Zilahy & Huisingh, 2009), economic or time constraints, lack of a common understanding of SD and a lack of SD knowledge (Desha et al., 2009), curriculum assessment (Stough, Ceulemans, Lambrechts, & Cappuyns, 2017). As far as it concerns the University of Sherbrooke, the strategic plan of 2010 (Université de Sherbrooke, 2015) mentioned the need for these changes into the programs of the faculties (still mentioned in the revised version of 2015); however, regarding the facts, not much has been done.

The introduced teaching activities and modules help in operationalizing from the SD concept state to the implementation state for problem-solving. The curriculum is now in compliance with the new standards set by the Canadian Engineering Accreditation Board (CEAB) (CEAB, 2016) such as meeting the requirements of criteria 09⁸ “impact of engineering on society and the environment”. The impact of this intervention on students was assessed through the satisfaction survey, which shows a great interest from the student community regarding the SD concerns in CE (see section 4.5.5). In addition, from the first cohorts subjected to this intervention, a rise in the number of students taking the optional course GCI 736 LCA and Eco-design proposed in the last sessions of their engineering training has been noticed, which shows a new interest aroused by the intervention. The teaching faculty members have also shown great satisfaction, mentioning that it was a wish they have had for a long time but were prevented from fulfilling it by their lack of SD knowledge. A testament to their satisfaction is that word has gotten around to the engineering faculty, and there has been interest from the directors of other departments such as mechanical engineering, electrical engineering and computer engineering.

The commitment of the professors (principal investigators) and the need to comply with the CEAB requirements has led the faculty of engineering to set up those pedagogic innovations. The five-step procedure is also in the process of being applied to each department. First, in the “knowledge” module, the students of the mechanical engineering department are being

⁸ Dossier Assessment Form – Reports.
https://engineerscanada.ca/sites/default/files/das_templatereport.doc

familiarized with the various SD tools, such as the differences in strategies between a conventional design and an eco-design, “design for disassembly” or “design for energy conservation.” In further modules, the SD tools can also be presented with the life cycle tools applied to mechanical engineering field to assess the life cycle cost and social life cycle along with the analysis of environmental impacts. The application in the electrical and computer engineering department might be slightly different given that the program is problem-based learning, so a course’s content is assimilated by the students on their own some interaction afterward with the teaching staff. With regard to short-term action, the same procedure will be applied to each curriculum, and particular attention will be given to the capstone projects as these courses gather the most knowledge from the students’ training. With regard to mid-term action, a combined capstone project between departments would be a great opportunity for the students; however, thus far, the specific logistics and proceedings of the curriculums are making the task difficult.

In addition, as the practice of SD is new, some teaching staff were assisted in their common understanding of SD to reduce the new content integration pressure and to give them some inspiration so they know where to start. The teaching staff received assistance partly as a result of faculty members collaborating in the PACTE 2D. In addition, the enhanced understanding was provided through individual interactions with the course instructors. These interactions in turn helped the module development and instruction. The responsibility of instruction is initially that of the integration program developer. However, with ensured knowledge transfer, in time the modules are handed over to the teaching staff with initial monitoring to ensure accurate content delivery. Moreover, considering university programs are already overloaded (Guerra, 2017; Stir, 2006), the support turned out to be very beneficial. The preoccupation of not increasing the course loads of the programs has allowed updating and contextualizing of course content with the professional practice towards SD, due to the new teaching materials created (i.e., module-based intervention to teach this specific objective). The design of the pedagogical innovation framework includes the recruitment of interns to ensure its survival and success in aligning the educational materials in the targeted class.

Eventually, to definitively settle the project into the SD component of the engineers’ baccalaureate curriculum, repeated enhancement and updates of the teaching materials and adjustment of the session projects over time will be required. In addition, at the UdeS, the

engineering training includes five compulsory Co-ops of 15 weeks each, spread throughout the years of the curriculum. To improve the assessment process, the inclusion of the employers to obtain their satisfaction concerning students profiles will be performed in collaboration with the Co-op Work Term and Placement Services of the university. In the following years, it is expected that the faculty will be equipped to continue the project by pursuing the teaching of the content developed during the previous years. The nature of the project in itself requires some changes in the courses and thus within the curriculum that are sanctioned by the institutional authorities as part of the faculty program committee. The time devoted to this project by the faculty project manager at the UdeS is recognized as a service to the community.

4.7 Conclusions

This paper attempts to address the need for a procedure for the consistent and systematic integration of SD in a curriculum. This procedure is caused by the unusual relationship between SD and different curriculums, including CE. The unfamiliarity with teaching SD also necessitates the need for a guided procedure. A procedure using life cycle approaches and tools was developed in five steps: 1) Mapping the curriculum, 2) Setting learning targets, 3) Developing an action plan for the assessed program, 4) Implementing the action plan and 5) Assessing the final performance. This procedure was then applied to the CE department of the Université de Shebrooke to test it and perform the necessary adjustments. After its implementation, a survey of satisfaction demonstrated a good reception by the students with a positive response rate of 85%. The pedagogic innovation of SD integration into the curriculum of one of the departments of the university is now also inspiring others to act by building a relationship between SD and the course being offered. Therefore, the developed procedure has now been adopted by other departments. Further, these changes allow the curriculum to be in compliance with the accreditation standards set by the Canadian Engineering Accreditation Board. This study could help numerous academics to be willing to perform similar changes in their university curriculums. The spread of this sort of pedagogical innovation in higher education will enhance the students' educative experiences with regard to SD applied to engineering practices. It has been determined that the main factor to ensure the effectiveness of the integration is peer support for the involved teaching faculty along with motivation. Because of such support, the continuity of the project within the faculty will be satisfied without the need for financial support.

Chapitre 5. Discussion complémentaire

La section 4.6 présente la discussion portant sur la méthodologie d'introduction du DD et les améliorations possibles. Ce chapitre traitera d'autres aspects de ce travail en mentionnant l'originalité du projet, ses limites et les recommandations permettant de l'améliorer.

5.1 Originalité et retombées du projet

L'originalité du projet tient dans l'évaluation critique de la méthodologie développée et son amélioration en construisant sur les lacunes observées des précédentes intégrations mentionnées dans la revue critique de la littérature. En effet, le projet a permis de répondre aux objectifs en assurant une intégration transversale, récurrente et dont la performance peut être suivie. La méthodologie permet la mise en place d'enseignements relatifs au DD pour les étudiants du baccalauréat conformement aux attentes du marché professionnel et adaptée au contenu du programme. En effet, en privilégiant une application des concepts du DD aux pratiques du génie, les étudiants assimilent plus facilement les pratiques du DD en opposition avec un apprentissage uniquement porté sur ses concepts. La présentation d'applications concrètes du DD au domaine du génie civil rend les modules présentés plus intéressants pour les étudiants et permet de rendre l'intégration plus efficace pour l'obtention de professionnels de l'ingénierie aux comportements durables. De plus, l'application de l'approche cycle de vie et ses outils comme illustration du DD a été utilisée dans ce projet, approche qui n'avait jamais été entreprise auparavant. C'est l'utilisation de ces outils, l'AECV, l'ASCV et l'ACCV, qui permet de concrétiser les concepts du DD de manière à attirer l'attention des étudiants. L'application au baccalauréat de génie civil de la méthodologie développée a permis de tester son efficacité et sa pertinence avant de pouvoir la considérer comme adéquate. Le mode d'évaluation choisi est basé sur la satisfaction des étudiants et sur leur ressenti par rapport à la pertinence du contenu enseigné dans la formation d'ingénieur. Les résultats s'étant avérés convaincants, la méthodologie peut être essayée par d'autres départements afin qu'à leur tour ils puissent opérationnaliser l'intégration du DD au sein de leur formation. Une application aux autres départements de génie de l'UdeS serait une valeur ajoutée pour la faculté afin de répondre aux besoins du marché professionnel (section 1.2). Ce sont autant d'éléments qui ont été répondus par l'application de la méthodologie au programme de génie civil. Cependant, le travail effectué reste imparfait et quelques limites, présentées dans la section 5.2, ont été soulevées.

5.2 Limites et recommandations

Cette section présente les principales limites du projet concernant la mesure de l'efficacité (sous-section 5.2.1), la cartographie (sous-section 5.2.2) et de l'approche cycle de vie utilisée (sous-section 5.2.3), incluant quelques recommandations pour les travaux futurs.

5.2.1 Mesure de l'efficacité

Une des limites du projet porte sur la mesure de l'efficacité de l'innovation. Ce problème revient fréquemment dans la littérature et chaque auteur fait état de méthodologies différentes. En effet, sur les expériences recensées dans ce mémoire, 10% n'ont fait l'objet d'aucune évaluation, 38% l'ont portée sur la satisfaction et 38% sur l'évaluation des connaissances. Seulement 14% des études ont reportés une évaluation des deux façons c'est-à-dire en mesurant la satisfaction des étudiants vis-à-vis de l'expérience et en mesurant les nouvelles connaissances que les étudiants ont acquises. Les modes d'évaluation à entreprendre pour mesurer l'efficacité d'une innovation pédagogique peuvent donc être focalisées sur la satisfaction ou alors sur l'apprentissage apporté. Le problème se situe dans le fait que les méthodes employées pour évaluer les apprentissages acquis par les étudiants sont nombreuses et variées (évaluation des connaissances, évaluation de l'application des connaissances au travers de problèmes, questionnaire à choix multiples, projet de session, projet capstone...) et possèdent toutes des avantages et des désavantages pouvant influencer les résultats. Dans le cadre de ce projet de recherche, l'analyse de sensibilité des résultats selon la méthode n'a pas été effectuée et il faut être conscient que cela représente une limite du projet.

De plus, un étudiant peut avoir plus de facilité dans l'apprentissage de connaissances ou dans un exercice de questionnaire à choix multiples tandis qu'un autre peut être plus à l'aise lors de travaux d'équipes ou dans l'écriture de rapport bien que ces étudiants aient reçu le même enseignement. Aussi, l'étudiant moderne adopte une approche consacrée à l'apprentissage des connaissances satisfaisant le strict minimum, c'est-à-dire ce qui est requis lors des évaluations, tout en recherchant à optimiser le ratio succès/effort (Boyd & Bloxham, 2007; Kneale, 1997; Mcauley, 2004). C'est pourquoi, l'évaluation des connaissances ne reflètent pas nécessairement l'efficacité ou la qualité du module étant donné qu'une partie du contenu enseigné a pu être négligé.

Également, chaque enseignant possède son avis sur la meilleure méthode à appliquer, certains croyant plus aux résultats au travers d'applications des connaissances et d'autres dans les connaissances elles-mêmes. Ainsi, la meilleure façon de mesurer l'acquisition de connaissances des étudiants seraient en combinant plusieurs de ces modes d'évaluation afin de couvrir l'ensemble des particularités individuelles (Maki, 2002).

Pour ce qui est de l'évaluation de la satisfaction, le désavantage est que l'efficacité de l'enseignement n'est pas mesurée pour ce qui est de l'acquisition des connaissances. En effet, cette méthode permet essentiellement d'obtenir un retour de la part des étudiants afin de connaître leur satisfaction envers l'innovation et sa pertinence dans leur formation mais un étudiant satisfait ne garantit pas qu'il ait acquis les connaissances enseignées. C'est une pratique idéale afin de savoir si l'expérimentation répond aux besoins et attentes des étudiants permettant alors de mesurer le degré d'ajustement nécessaire et l'intérêt de poursuite du projet. Cependant, la structure pédagogique adoptée dans le cadre de ce projet est au travers de modules répartis au sein des cours rendant l'obtention d'information sur la satisfaction plus complexe étant donné que le module n'est donné que sur une séance. L'évaluation d'un cours d'une session à l'UdeS est déjà effectuée au travers du questionnaire universel envoyé en fin de session aux étudiants et permettant d'avoir un retour pertinent de la part des étudiants. Cette méthode est efficace pour l'évaluation d'un cours au complet mais pas pour un module précis donné au sein d'un cours. La structure pédagogique par modules (idéale pour la transversalité de l'intégration du DD) apporte alors une contrainte à l'évaluation.

Finalement, la mise à l'essai des modules n'a été que très peu de fois réalisée et du même fait le sondage de satisfaction et d'évaluation des apprentissages n'apportent des résultats que partiels. C'est pourquoi, en raison de ce faible panel d'étudiants mis à contribution, les conclusions ne sont pas nécessairement fermes à ce stade de l'évaluation. Afin d'avoir une évaluation complète et représentative de l'efficacité de l'innovation pédagogique, il serait nécessaire de perpétuer la cinquième étape de la méthodologie, soit l'évaluation et le suivi, à moyen terme (sur un horizon de cinq ans par exemple). De plus, une application à d'autres programmes de baccalauréat de génie permettrait également d'agrandir l'échantillon mesuré et obtenir davantage de résultats pertinents.

5.2.2 Cartographie

La cartographie est une étape essentielle afin d'identifier les priorités d'actions mais celle-ci ne garantit pas la possibilité d'agir. En effet, étant donné la surcharge du programme et la non possibilité d'ajout d'un cours obligatoire, il a été privilégié une approche d'intégration par module. Cette approche requiert d'effectuer des changements au sein de cours existants, soit de retirer du contenu pour rajouter celui du DD appliqué au cours. Or, les professeurs restent responsables de leur cours et tout changement n'est possible qu'avec leur accord. Ainsi, si le professeur n'est pas intéressé ou ne se sent pas à l'aise d'effectuer une modification dans son contenu de cours estimant que tout son contenu est pertinent à la matière ou se jugeant non compétent pour enseigner le nouveau contenu à intégrer, aucune action ne sera possible aussi prioritaire qu'elle puisse être. Reste que la cartographie est une étape primordiale pour cibler que l'intervention qui sera effectuée se fait effectivement dans un cours où il serait pertinent d'agir et également pour bien valider le niveau de complexité qu'il faudrait intégrer.

5.2.3 L'approche cycle de vie

L'ACV et l'approche cycle de vie a été le choix privilégié pour appliquer le DD au domaine du génie civil. Cependant, comme tout principe, l'ACV et ses outils d'applications possèdent des limites. Premièrement, il est à rappeler que bien que son point fort soit dans son approche holistique et systémique, certains impacts comme la pollution sonore, visuelle ou encore lumineuse ne sont pas inclus dans l'ACV. Ce même point fort d'approche holistique est du même fait une limite dans le sens où les résultats obtenus en AECV ne peuvent être que très peu interprétés par des personnes ne connaissant pas la signification, causes et conséquences, des impacts environnementaux. Cette limite rend la portée des analyses réduites et moins appropriées au grand public. En réponse à cette limite, des analyses simplifiées sont développées permettant aux entreprises et décideurs non adeptes de la méthodologie d'obtenir une évaluation environnementale notamment.

Enfin, les analyses environnementales, sociales et économiques demandent des ressources humaines, financières et temporelles non négligeables ne permettant pas d'en faire une pratique courante. Malgré, encore une fois, le développement d'analyses simplifiées, les contraintes méthodologiques et le besoin important de temps pour effectuer la collecte de données ne

permettent pas de contourner cette limite. Également, les cadres méthodologiques de chacun de ces outils sont encore jeunes et en développement continu.

Conclusion

Les pratiques des ingénieurs ont indéniablement un impact sur la société pouvant avoir des conséquences fortes sur les sphères du DD. L'adoption de valeurs et comportements durables s'avère aujourd'hui primordial autant en tant que citoyens qu'en tant que professionnels. Afin de répondre à ce besoin des pratiques professionnelles, les universités adoptent des mesures pour intégrer le DD dans leurs formations (section 2.3). Cependant, les défis qui y sont associés et la difficulté d'adopter des approches efficaces rendent le changement plus complexe.

C'est pourquoi, l'objectif principal de ce projet de recherche était de valider la méthodologie d'intégration transversale du DD développée en cinq étapes et se basant sur l'approche cycle de vie, et ses outils associés, appliquée aux pratiques du génie. La validation s'est faite par sa mise en application au sein du programme de baccalauréat de génie civil de l'UdeS et par les évaluations permettant de mesurer son efficacité. La réussite des objectifs spécifiques du projet, comme défini au Chapitre 3, a permis d'atteindre l'objectif principal.

Tout d'abord, la méthodologie développée afin d'effectuer l'intégration du DD dans les programmes universitaires a été mise en pratique à la faculté de génie selon les cinq étapes mentionnées au Chapitre 4 et en appliquant les outils de l'approche cycle de vie au programme de génie civil.

Ensuite, la réussite de l'intégration et des modifications apportées au programme de formation a été mesurée à travers un sondage de satisfaction remis aux étudiants du baccalauréat en génie civil et par l'évaluation des apprentissages des étudiants dans le cours de fin de programme. Les résultats ont permis de conclure sur la pertinence des modules développés résultant d'une satisfaction et une réussite globales des étudiants. En effet, l'application au programme de génie civil de la méthodologie développée s'est avérée concluante et maintenant, grâce à la formation dispensée, les ingénieurs de l'UdeS obtiendront un diplôme répondant encore plus à la pratique professionnelle permettant de mettre sur le marché du travail des diplômés prêts à l'emploi et en mesure de traiter les problématiques modernes liées au DD dans la pratique du génie civil.

Ce projet de recherche a permis d'évaluer la méthodologie d'intégration transversale du DD avec comme première étape cette application au baccalauréat de génie civil. Afin de la rendre systématique, il serait intéressant d'effectuer de nouvelles applications sur d'autres programmes

de baccalauréat en génie, qui eux aussi serait désireux effectuer l'intégration du DD dans leurs formations.

Malgré l'atteinte des objectifs spécifiques, certaines limitations ont été soulevées. Premièrement, l'efficacité de la méthode d'intégration a été mesurée selon la satisfaction des étudiants et par les évaluations dispensées au dernier cours. Cependant, il aurait été intéressant d'évaluer cette efficacité selon le degré de connaissances que les étudiants ont effectivement pu recevoir sur tout le programme de baccalauréat et sur plusieurs promotions universitaires. Cependant, lors de l'application de la méthode à d'autres programmes universitaires, cet ajustement pourrait être effectué en conséquence pour adresser cette limitation. Deuxièmement, la cartographie, bien qu'essentielle pour identifier les besoins du programme, s'est avérée être partiellement utile étant donné que la plupart des modifications réalisables dans les cours se font selon l'ouverture des professeurs responsables de ces cours. Enfin, l'application du DD a été entreprise par le biais de l'approche cycle de vie et de ses outils associés pour son côté à la fois pratique, holistique et systémique. Cependant, comme toute approche, cette dernière a ses limites et ne permet pas nécessairement de répondre à tous les besoins liés au DD.

Pour conclure, le projet espère à long terme pouvoir permettre d'intégrer le DD en profondeur et dans la philosophie des ingénieurs civils assurant la pérennité de l'enseignement. De plus, la méthodologie pourrait être réinvestie dans d'autres programmes de formation, notamment ceux du génie mécanique, électrique et informatique, permettant alors à ces disciplines de couvrir, à leur tour, les problématiques du DD auxquelles elles font face. Grâce à la généralisation de cette initiative pédagogique, les ingénieurs recevront une formation plus en adéquation avec les avancées du domaine et pourront acquérir les compétences nécessaires afin d'intégrer le DD dans leurs réalisations professionnelles.

Liste des références

- Abdul-Wahab, S. A., Abdulraheem, M. Y., & Hutchinson, M. (2003). The need for inclusion of environmental education in undergraduate engineering curricula. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 4(2), 126–137.
<http://doi.org/10.1108/14676370310467140>
- ACRGTQ. (2017). Prix génie-voirie. Retrieved April 5, 2017, from <http://www.acrgtq.qc.ca/index.php/activites/prix-genie-voirie.html>
- AFG. (2016). *Grands Prix du génie-conseil québécois. Guide de mise en candidature 2016*. Retrieved from http://www.afg.quebec/uploads/grandsprix/2016/GRANDS_PRIX_AFG2016_Guide_FORM.pdf
- AFG. (2017). *Grands Prix du génie-conseil québécois. Guide de mise en candidature 2017*. Retrieved from http://www.afg.quebec/uploads/grandsprix/2017/GRANDS_PRIX_AFG2017_Guide_FORM.pdf
- AFIC. (2017). *Prix Canadiens du Génie-conseil 2017. Renseignements et règles de participation*. Retrieved from http://www.canadianconsultingengineer.com/wp-content/uploads/sites/21/2017/01/InformationEntryRulesFrench_2017.pdf
- AICQ. (2009). *Grands Prix du génie-conseil québécois. Guide de mise en candidature 2009*. Retrieved from http://afg.quebec/uploads/grandsprix2009/guide_de_candidature_2009_Web.pdf
- AICQ. (2010). *Grands Prix du génie-conseil québécois. Guide de mise en candidature 2010*. Retrieved from http://afg.quebec/uploads/Guide_mise_candidature_2010.pdf
- AICQ. (2014). *Grands Prix du génie-conseil québécois. Guide de mise en candidature 2014*. Retrieved from http://afg.quebec/uploads/Publications_GP2014_Guide.pdf
- AICQ. (2015). *Grands Prix du génie-conseil québécois. Guide de mise en candidature 2015*. Retrieved from http://afg.quebec/uploads/grandsprix2015/AICQ_GP2015_Guide.pdf
- Anand, C. K., Bisailon, V., & Amor, B. (2016). Confronting the Challenges in Integrating Sustainable Development in a Curriculum: The Case of the Civil Engineering Department at Université de Sherbrooke (Canada). In *Challenges in Higher Education for Sustainability* (pp. 247–263). http://doi.org/10.1007/978-3-319-23705-3_12
- Anand, C. K., Bisailon, V., Webster, A., & Amor, B. (2015). Integration of sustainable development in higher education - A regional initiative in Quebec (Canada). *Journal of Cleaner Production*, 108(Part A, December 2015), 916–923.
<http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.134>
- Artogreen. (2016). L'Analyse du Cycle de Vie. Retrieved April 10, 2016, from <http://www.artogreen.com/artogreen/l-analyse-du-cycle-de-vie>
- Ashton, P., & Kubik, M. (2014). Beyond Sustainability. *eJournal of Public Affairs*, 3(2).

<http://doi.org/10.21768/ejopa.v3i2.41>

- Bader, B., & Sauvé, L. (2011). *Éducation, environnement et développement durable : vers une écocitoyenneté critique*. (B. Bader & L. Sauvé, Eds.) (1ère). Québec, QC: Les Presses de l'Université Laval.
- Barth, M., & Rieckmann, M. (2012). Academic staff development as a catalyst for curriculum change towards education for sustainable development: an output perspective. *Journal of Cleaner Production*, 26(May 2012), 28–36. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.011>
- Bédard, D., Lison, C., Dalle, D., Côté, D., & Boutin, N. (2012). Problem-based and Project-based Learning in Engineering and Medicine: Determinants of Students' Engagement and Persistence. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2). <http://doi.org/10.7771/1541-5015.1355>
- Beiler, M. R. O., & Evans, J. C. (2015). Teaching Sustainability Topics to Attract and Inspire the Next Generation of Civil Engineers. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 141(2), C5014001. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000204](http://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000204)
- Benn, S. (1999). *Education for Sustainability. Educational Leadership*. Sidney NSW. Retrieved from <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/arqs/educforsust.pdf>
- Bielefeldt, A. R. (2013). Pedagogies to Achieve Sustainability Learning Outcomes in Civil and Environmental Engineering Students. *Sustainability*, 4479–4501. <http://doi.org/10.3390/su5104479>
- Bilge, P., Seliger, G., Badurdeen, F., & Jawahir, I. S. (2016). A Novel Framework for Achieving Sustainable Value Creation Through Industrial Engineering Principles. *Procedia CIRP*, 40, 516–523. <http://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.126>
- Bisaillon, V., Amor, M. Ben, & Webster, A. (2015). Sustainable Development Integration Strategies in Higher Education: Case Study of Two Universities and Five Colleges in Quebec. In W. Leal Filho, U. M. Azeiteiro, S. Caeiro, & F. Alves (Eds.), *Integrating Sustainability Thinking in Science and Engineering Curricula: Innovative Approaches, Methods and Tools* (pp. 117–130). Springer International Publishing. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-09474-8>
- Bisaillon, V., Boutet, M., King-Ruel, D., & Amor, B. (2016). Le développement durable, du concept à ses implications éducatives. In F. Kingsbury (Ed.), *Enseigner et participer au changement. Le développement durable au collégial* (1ère, pp. 13–40). Montréal, QC: AQPC.
- Boks, C., & Diehl, J. C. (2006). Integration of sustainability in regular courses : experiences in industrial design engineering. *Journal of Cleaner Production*, 14, 932–939. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.038>
- Bougon, F. (2015). Fin de l'enfant unique en Chine. Retrieved April 30, 2016, from http://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2015/12/28/fin-de-l-enfant-unique-en-chine-il-est-peu-probable-que-la-fecondite-remonte_4838757_3216.html
- Boyd, P., & Bloxham, S. (2007). *Developing effective assessment in Higher Education : a*

- practical guide*. (P. Boyd & S. Bloxham, Eds.). Berkshire, England: McGraw-Hill (UK).
- Caroll, W. J. (1993). World Engineering Partnership for Sustainable Development. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 119(3), 238–240. Retrieved from [http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(1993\)119:3\(238\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)1052-3928(1993)119:3(238))
- CEAB. (2016). *Accreditation Criteria and Procedures*. Retrieved from <https://engineerscanada.ca/sites/default/files/accreditation-criteria-procedures-2016-final.pdf>
- Chardine-Baumann, E., & Botta-Genoulaz, V. (2014). A framework for sustainable performance assessment of supply chain management practices. *Computers and Industrial Engineering*, 76(1), 138–147. <http://doi.org/10.1016/j.cie.2014.07.029>
- Chase, G. (2009). Engaging faculty members in sustainability: addressing barriers to curriculum change. *CAUBO, Leadership for Sustainability in Higher Education*.
- Chatouani, L. (2014). Conceptualisation de la notion de “développement durable” en EDD : une affaire de vocabulaire. In De Boeck Supérieur s.a (Ed.), *Éducation au développement durable. Enjeux et controverses* (1ère, pp. 35–56). Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Chertow, M. R. (2000). The IPAT Equation and Its Variants. *Journal of Industrial Ecology*, 4(4), 13–29. <http://doi.org/10.1162/10881980052541927>
- Christ, J. A., Heiderscheidt, J. L., Pickenpaugh, M. Y., Phelan, T. J., Pocock, J. B., Asce, M., ... Twesme, T. M. (2014). Incorporating Sustainability and Green Engineering into a Constrained Civil Engineering Curriculum. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 141(2), 1–8. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000226](http://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000226).
- Clift, R. (2006). Sustainable development and its implications for chemical engineering. *Chemical Engineering Science*, 61, 4179–4187. <http://doi.org/10.1016/j.ces.2005.10.017>
- CMEC. (2012). *L'éducation en vue du développement durable dans les facultés d'éducation au Canada*. Retrieved from http://www.cmec.ca/Publications/Lists/Publications/Attachments/279/ESD_Dean_report FR.pdf
- Coates, G. H. (1993). Facilitating sustainable development: Role of engineer. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 119(3), 225–229. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0027623490&partnerID=40&md5=1fec7953ec312b6aa6122d4f9cc51336>
- Cottell, M. (1993). Facilitating Sustainable Development: Is Our Approach Correct? *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 119(3), 220–224. Retrieved from [http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(1993\)119:3\(220\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)1052-3928(1993)119:3(220))
- Cruickshank, H. J., & Fenner, R. A. (2007). The evolving role of engineers: towards Sustainable Development of the built environment. *Journal of International Development*, 19, 111–121. <http://doi.org/10.1002/jid.1352>

- Desha, C. J., & Hargroves, K. (2011). Informing engineering education for sustainable development using a deliberative dynamic model for curriculum renewal. In *Research in Engineering Education Symposium* (pp. 441–450). Madrid, Spain. Retrieved from <http://eprints.qut.edu.au/70569/>
- Desha, C. J., & Hargroves, K. (2014). A Peaking and Tailing Approach to Education and Curriculum Renewal for Sustainable Development. *Sustainability*, 4181–4199. <http://doi.org/10.3390/su6074181>
- Desha, C. J., Hargroves, K., & Smith, M. H. (2009). Addressing the time lag dilemma in curriculum renewal towards engineering education for sustainable development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10(2), 184–199. <http://doi.org/10.1108/14676370910949356>
- Diemer, A., & Marquat, C. (2014). *Éducation au développement durable. Enjeux et controverses*. (De Boeck Supérieur s.a., Ed.) (1ère). Louvain-la-Neuve, Belgique.
- EIC. (2017a). Honours and Awards. Retrieved March 17, 2017, from http://eic-ici.ca/honours_awards/
- EIC. (2017b). Julian C. Smith Medal. Retrieved March 15, 2017, from <http://eic-ici.ca/smith/>
- Engineers Canada. (2016). *National guideline on sustainable development and environmental stewardship for professional engineers*. Retrieved from <https://engineerscanada.ca/publications/national-guideline-on-sustainable-development-and-environmental-stewardship>
- Evans, G. M., Galvin, K. P., & Doroodchi, E. (2008). Introducing quantitative life cycle analysis into the chemical engineering curriculum. *Education for Chemical Engineers*, 3(1), e57–e65. <http://doi.org/10.1016/j.ece.2008.01.003>
- Figueiró, P. S., & Raufflet, E. (2015). Sustainability in Higher Education: A systematic review with focus on management education. *Journal of Cleaner Production*, 106, 22–33. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.118>
- Finnegan, S., Ashall, M., Brady, L., Brennan, M., Dunne, S., Gammon, J., ... Turley, M. (2013). Life Cycle Assessment (LCA) and its role in improving decision making for sustainable development. In *Engineering Education for Sustainable Development* (pp. 1–8). Liverpool, UK.
- Forehand, M. (2010). Bloom's Taxonomy. In *Emerging Perspectives on Learning, Teaching, and Technology* (pp. 41–47). Zurich, Switzerland. Retrieved from https://textbookequity.org/Textbooks/Orey_Emergin_Perspectives_Learning.pdf
- Gagnon, B., Leduc, R., & Savard, L. (2009). Sustainable Development in Engineering : A review of Principles and Definition of a conceptual framework. *Environmental Engineering Science*, 26(10), 1459–1472. <http://doi.org/10.1089/ees.2008.0345>
- Gagnon, B., Leduc, R., & Savard, L. (2012). From a conventional to a sustainable engineering design process : different shades of sustainability. *Journal of Engineering Design*, 23(January), 49–74. <http://doi.org/10.1080/09544828.2010.516246>

- García-Serna, J., Pérez-Barrigón, L., & Cocero, M. J. (2007). New trends for design towards sustainability in chemical engineering : Green engineering. *Chemical Engineering Journal*, 133, 7–30. <http://doi.org/10.1016/j.cej.2007.02.028>
- Gebken, R. J., Bruce, R. D., & Strong, S. D. (2010). Impact of the Leadership in Energy and Environmental Design Accredited Professional Credential on Design Professionals. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 136(3), 132–138. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000016](http://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000016)
- Gendron, C. (2006). *Le développement durable comme compromis* (1ère). Québec, QC: Presses de l'Université du Québec.
- Glendinning, S., Connell, E. O., Mace, A., & Hall, J. (2013). Embedding sustainability into the Civil Engineering Curriculum – a design based approach. In *The Sixth International Conference on Engineering Education for Sustainable Development: Rethinking the Engineer* (pp. 1–10). Cambridge, UK, 22-25 September 2013.
- Guay, L., Doucet, L., Bouthillier, L., & Debailleul, G. (2004). *Les enjeux et les défis du développement durable. Connaître, décider, agir* (1ère). Saint-Nicolas, QC: Les Presses de l'Université Laval.
- Guerra, A. (2017). Integration of sustainability in engineering education. Why is PBL an answer ? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(3), 436–454. <http://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2016-0022>
- Guinée, J. (2016). Life Cycle Sustainability Assessment: What is it and what are its challenges? In *Taking Stock of Industrial Ecology* (pp. 45–68). <http://doi.org/10.1007/978-3-319-20571-7>
- Hatakeyama, K. (2011). Desenvolvimento Sustentável - o desafio para a profissão de engenheiro. In *XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*. Blumenau: COBENGE 2011.
- Henriet, D. (2018). EXTERNALITÉ, économie. Retrieved January 24, 2018, from <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/externalite-economie/>
- Hoerger, M. (2010). Participant Dropout as a Function of Survey Length in Internet-Mediated University Studies: Implications for Study Design and Voluntary Participation in Psychological Research. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 13(6), 697–700. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4367493/pdf/cyber.2009.0445.pdf>
- Holdren, J. P., & Ehrlich, P. R. (1974). Human population and the global environment. *American Scientist*, 62(3), 282–292. Retrieved from https://mahb.stanford.edu/wp-content/uploads/2011/12/1974_holdren_ehrlich_humanpopglobalEnviron.pdf
- Hunkeler, D., Rebitzer, G., & Lichtenvort, K. (2008). *Environmental Life Cycle Costing*. <http://doi.org/10.1201/9781420054736>
- Ingénieurs Canada. (2016). *Guide national sur le développement durable et la gérance environnementale à l'intention des ingénieurs*. Retrieved from <https://engineerscanada.ca/fr/publications/guide-national-sur-le-developpement-durable->

- Ingénieurs Canada. (2017). Prix d'Ingénieurs Canada | Ingenieurs Canada. Retrieved March 17, 2017, from <https://engineerscanada.ca/fr/prix-et-distinctions/prix>
- Institut de l'économie circulaire. (2017). Qu'est-ce que l'économie circulaire ? Retrieved July 25, 2017, from http://www.institut-economie-circulaire.fr/Qu-est-ce-que-l-economie-circulaire_a361.html
- ISO. (2006). *ISO 14044 : Management environnemental - Exigences et lignes directrices* (Vol. 2006).
- Jefferis, S. A. (2008). Moving Towards Sustainability in Geotechnical Engineering. In K. R. Reddy, M. V. Khire, & A. N. Alshawabkeh (Eds.), *GeoCongress 2008: Geosustainability and Geohazard Mitigation* (pp. 844–851). New Orleans, LA: ASCE.
- Jollands, M., & Parthasarathy, R. (2013). Developing Engineering Students' Understanding of Sustainability Using Project Based Learning. *Sustainability*, 5(12). <http://doi.org/10.3390/su5125052>
- Jolliet, O.; Saadé, M.; Crettaz, P.; Shaked, S. (2017). *Analyse du cycle de vie: comprendre et réaliser un écobilan*. (P. polytechniques et universitaires Romandes, Ed.) (3e édition). Lausanne, Suisse: Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Jones, P., Selby, D., & Sterling, S. (2010). *Sustainability education: Perspectives and practice across higher education*.
- Jones, S. A., Michelfelder, D., & Nair, I. (2015). Engineering managers and sustainable systems : the need for and challenges of using an ethical framework for transformative leadership. *Journal of Cleaner Production*, 1–8. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.009>
- Kalla, D., & Brown, A. (2012). Infusing A Sustainable Green Manufacturing Course into Manufacturing / Mechanical Engineering Technology Program. In *American Society for Engineering Education*. San Antonio, Texas.
- Kevern, J. T. (2011). Green Building and Sustainable Infrastructure: Sustainability Education for Civil Engineers. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(2), 107–112. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000048](http://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000048)
- Kneale, P. E. (1997). The rise of the “Strategic Student”: How can we adapt to cope. In S. Armstrong, G. Thompson, & S. Brown (Eds.), *Facing up to radical change in universities and colleges* (pp. 119–130). London and New York: SEDA.
- Kumar, V., Haapala, K. R., Rivera, J. L., Hutchins, M. J., Endres, W. J., Gershenson, J. K., ... Sutherland, J. W. (2006). Infusing sustainability principles into manufacturing/mechanical engineering curricula. *Journal of Manufacturing Systems*, 24(3), 215–225. [http://doi.org/10.1016/S0278-6125\(06\)80011-7](http://doi.org/10.1016/S0278-6125(06)80011-7)
- Lam, P. T. I., Chan, E. H. W., Chau, C. K., Poon, C. S., & Chun, K. P. (2009). Integrating Green Specifications in Construction and Overcoming Barriers in Their Use. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 135(4), 142–152.

[http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(2009\)135:4\(142\)](http://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(2009)135:4(142))

- Latouche, S. (2002). Le développement durable, c'est impossible. *Terre Sauvage*, 178(novembre), 114–117.
- Lee, S. (2015). Incorporating systems-based life cycle thinking and sustainability in engineering curricula. In *2015 ASEE North Central Section Conference* (pp. 1–9). Cincinnati, OH, USA, 17-18 April 2015.
- Legardez, A. (2011). Éduquer au développement durable et faciliter la co-construction de savoirs pour une écocitoyenneté critique. Propositions et illustration. In B. Bader & L. Sauvé (Eds.), *Éducation, environnement et développement durable : vers une écocitoyenneté critique2* (pp. 161–188). Québec, QC: Les Presses de l'Université Laval.
- Lucena, J., & Schneider, J. (2008). Engineers, development, and engineering education : From national to sustainable community development. *European Journal of Engineering Education*, 33(3), 247–257. <http://doi.org/10.1080/03043790802088368>
- Maki, P. L. (2002). Developing an assessment plan to learn about student learning. *The Journal of Academic Librarianship*, 28(1–2), 8–13. [http://doi.org/10.1016/S0099-1333\(01\)00295-6](http://doi.org/10.1016/S0099-1333(01)00295-6)
- Mälkki, H., & Alanne, K. (2017). An overview of life cycle assessment (LCA) and research-based teaching in renewable and sustainable energy education. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69(November 2016), 218–231. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.176>
- Mälkki, H., & Paatero, J. V. (2015). Curriculum planning in energy engineering education. *Journal of Cleaner Production*, 106, 292–299. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.109>
- Manion, M. (2001). Engineering Professionalism and the Imperative of Sustainable Development. In *International Symposium on Technology and Society*. Stamford, CT: IEEE. <http://doi.org/10.1109/ISTAS.2001.937735>
- Manion, M. (2002). Ethics, Engineering, and Sustainable Development. *IEEE Technology and Society Magazine*, 39–48.
- Mcauley, A. (2004). Learning about learners : understanding the student experience. In *Learning Transformations: Changing Learners, Organisations and Communities* (pp. 378–86). London: Forum for the Advancement of Continuing Education.
- McConville, J. R., Rauch, S., Hellegren, I., & Kain, J. (2017). Using role-playing games to broaden engineering education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(4), 594–607. <http://doi.org/10.1108/IJSHE-08-2015-0146>
- McInnis, N. (1973). You Are an Environment. *The Journal of Environmental Education*, 4(4), 27–30. <http://doi.org/10.1080/00958964.1973.10801767>
- McIsaac, G. F., & Morey, N. C. (1998). Engineers' Role in Sustainable Development: Considering Cultural Dynamics. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 124(4), 110–119. [http://doi.org/https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-](http://doi.org/https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-)

3928(1998)124:4(110)

- McKeown, R. (2006). Education for Sustainable Development Toolkit, (865). Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001524/152453eo.pdf>
- MDDELCC. (2018). Les principes du développement durable : un guide pour l'action. Retrieved January 13, 2018, from <http://www.mddep.gouv.qc.ca/developpement/principe.htm>
- Meadows, D. (2008). *Thinking in Systems: A primer*. (D. Wright, Ed.). White River Junction, VT: Chelsea Green Publishing.
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J., & Behrens, W. (1972). *Halte à la croissance ? Rapport sur les limites de la croissance* (Universe B). New York, NY.
- Meo, M., Bowman, K., Brandt, K., Dillner, M., Finley, D., Henry, J., ... Winner, A. (2014). Teaching Life-Cycle Assessment with Sustainable Minds © - A Discussion with Examples of Student Projects. *Journal of Sustainability Education*, 7(December).
- Ministère de l'Éducation - Québec. (2001). *La formation à l'enseignement. Prendre le virage du succès*. Retrieved from http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/reseau/formation_titularisation/formation_enseignement_orientations_EN.pdf
- Mintz, K., Talesnick, M., Amadei, B., Asce, D. M., & Tal, T. (2014). Integrating Sustainable Development into a Service-Learning Engineering Course. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 140(1), 1–11. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000169](http://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000169).
- Moltesen, A., & Bjørn, A. (2017). LCA and Sustainability. In M. Z. Hauschild, R. K. Rosenbaum, & S. I. Olsen (Eds.), *Life Cycle Assessment Theory and Practice* (pp. 43–55). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3>
- OIQ. (2017a). Grand Prix d'excellence - Ordre des Ingénieurs du Québec. Retrieved March 15, 2017, from <https://www.oiq.qc.ca/fr/jeSuis/membre/prixDistinctions/prixoiq/Pages/gpe.aspx>
- OIQ. (2017b). Prix Génie innovation - Ordre des Ingénieurs du Québec. Retrieved March 15, 2017, from <https://www.oiq.qc.ca/fr/jeSuis/membre/prixDistinctions/prixoiq/Pages/pgi.aspx>
- ONU. (1972). *Déclaration de Stockholm - Conférence des Nations Unies sur l'environnement*. Stockholm, Suède. Retrieved from https://www.diplomatie.gouv.fr/sites/odysee-developpement-durable/files/1/Declaration_finale_conference_stockholm_1972.pdf
- ONU. (1992). Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement. Principes de gestion des forêts. Retrieved January 13, 2018, from <http://www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm>
- Ordre des Ingénieurs du Québec. (2015). *Guide de pratique professionnelle*. Montréal, QC.
- Oskarsson, K., & von Malmberg, F. (2005). Integrated Management Systems as a Corporate

- Response to Sustainable Development. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, (12), 121–128. <http://doi.org/10.1002/csr.078>
- Pache, A., Bugnard, P.-P., & Haerberli, P. (2011). *Éducation en vue du développement durable. École et formation des enseignants : enjeux, stratégies et pistes*. (A. Pache, P.-P. Bugnard, & P. Haerberli, Eds.) (1ère). Neuchâtel, Suisse: CDHEP.
- PACTE 2D. (2010). Partenariat, apprentissage, collaboration, et transfert en éducation au développement durable (PACTE 2D). Retrieved January 11, 2018, from <https://www.pacte2d.ca/accueil/>
- Painter, D. J. (2003). Forty-nine shades of green: ecology and sustainability in the academic formation of engineers. *Ecological Engineering*, 20(4), 267–273. [http://doi.org/10.1016/S0925-8574\(03\)00008-9](http://doi.org/10.1016/S0925-8574(03)00008-9)
- Partoune, C. (2011). Développer des compétences citoyennes ? Plus facile à dire qu'à faire ! In B. Bader & L. Sauvé (Eds.), *Éducation, environnement et développement durable : vers une écocitoyenneté critique* (pp. 189–219). Québec, QC: Les Presses de l'Université Laval.
- Perry, Jr., W. G. (1981). *Cognitive and ethical growth: The making of meaning*.
- Powers, S., E.Venczel, M. Z., & DeWaters, J. E. (2011). Teaching Life-Cycle Perspectives: Sustainable Transportation Fuels Unit for High-School and Undergraduate Engineering Students. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(2), 55–63. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000059](http://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000059).
- Prevost, P. (2013). Le développement durable dans les formations d'ingénieur en France : comment se situer entre formation professionnelle. *Éducation et Socialisation*, 33. Retrieved from <http://edso.revues.org/104>
- Restrepo, M. M. C., Blanco-Portela, N., Ladino-Ospina, Y., Tuay Sigua, R. N., & Vargas, K. O. (2017). Professional development of university educators in ESD: a study from pedagogical styles. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(5), 648–665.
- RLRQ. Code de déontologie des ingénieurs, Pub. L. No. c. I-9, r. 6 (2017). Québec (Canada).
- RLRQ. Loi sur le développement durable, Pub. L. No. c. D-8.1.1 (2017). Légis Québec. Retrieved from <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cs/D-8.1.1.pdf>
- Robbins, P. T. (2007). The reflexive engineer: perceptions of integrated development. *Journal of International Development*, 19(1), 99–110. <http://doi.org/10.1002/jid.1351>
- Robbins, P. T., & Crow, B. (2007). Engineering and development: interrogating concepts and practices. *Journal of International Development*, 19(1), 75–82. <http://doi.org/10.1002/jid.1349>
- Rödger, J.-M., Kjær, L. L., & Pagoropoulos, A. (2017). Life Cycle Costing: An Introduction. In M. Z. Hauschild, R. K. Rosenbaum, & S. I. Olsen (Eds.), *Life Cycle Assessment Theory and Practice* (pp. 373–399). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3>

- Rodriguez-Nikl, T., Kelley, J., Xiao, Q., Hammer, K., & Tilt, B. (2015). Structural Engineers and Sustainability : An Opinion Survey. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 141(3), 1–9. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000228](http://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000228).
- Rolstad, S., Adler, J., & Rydén, A. (2011). Response Burden and Questionnaire Length: Is Shorter Better? A Review and Meta-analysis. *Value in Health*, 14, 1101–1108. <http://doi.org/10.1016/j.jval.2011.06.003>
- Sauvé, L. (2000). L'éducation relative à l'environnement entre modernité et postmodernité. Les propositions du développement durable et de l'avenir viable. *The Future of Environmental Education in a Postmodern World?*, 57–71.
- Sauvé, L. (2011). La prescription du développement durable en éducation : la troublante histoire d'une invasion barbare. In B. Bader & L. Sauvé (Eds.), *Éducation, environnement et développement durable : vers une écocitoyenneté critique* (1ère, pp. 17–44). Québec, QC: Les Presses de l'Université Laval.
- Savoia, M., Buratti, N., Prinos, P., Azevedo, J., Castro, L., Roeck, G. D. E., ... Bloodworth, A. (2013). Teaching Safety and Sustainability Issues in Civil. In *41st European Society for Engineering Education Conference* (pp. 16–20). Leuven, Belgium, 16-20 September 2013.
- SCGC. (2017). *Prix du leadership gouvernemental en infrastructures durables*. Retrieved from <https://csce.ca/wp-content/uploads/2012/05/Prix-SCGC-Infrastructures-durables-Directives.pdf>
- Schroer, A., Lowman, H., & Just, C. (2015). Educating the Aware, Informed and Action-Oriented Sustainable Citizen. *Sustainability*, 7(2), 1985–1999. <http://doi.org/10.3390/su7021985>
- Segalàs, J., & Mulder, K. F. (2009). Introducing Sustainable Development in Engineering Education : Competences, Pedagogy and Curriculum. In *Attracting young people to engineering. Proceedings of the 37th SEFI conference*. Rotterdam, Netherlands, 1-4 July 2009.
- Sherren, K. (2008). A history of the future of higher education for sustainable development. *Environmental Education Research*, 14(3), 238–256. <http://doi.org/10.1080/13504620802148873>
- Simonneaux, J. (2011). Les controverses sur le développement durable à l'épreuve d'une perspective éducative. In B. Bader & L. Sauvé (Eds.), *Éducation, environnement et développement durable : vers une écocitoyenneté critique* (1ère, pp. 251–293). Québec, QC: Les Presses de l'Université Laval.
- Sisiopiku, V. (2015). Introducing Sustainability Design and Assessment Methods Into the Civil Engineering Curriculum. In *122nd ASCE Annual Conference and Exposition*. Seattle, WA, USA, 14-17 June 2015.
- Sterling, S. (1996). Education in change. In J. Huckle & S. Sterling (Eds.), *Education for sustainability* (pp. 18–39). London, UK: Earthscan.

- Stir, J. (2006). Restructuring teacher education for sustainability: student involvement through a “strengths model.” *Journal of Cleaner Production*, 14, 830–836.
<http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.051>
- Stough, T., Ceulemans, K., Lambrechts, W., & Cappuyns, V. (2017). Assessing sustainability in higher education curricula : A critical reflection on validity issues. *Journal of Cleaner Production*, 1–11. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.017>
- Thatcher, A. (2014). 11th International Symposium on Human Factors in Organisational Design and Management and the 46th Annual Nordic Ergonomics Society. In O. Brodberg, N. Fallentin, P. Hasle, P. L. Jensen, A. Kabel, M. E. Larsen, & T. Weller (Eds.), *Theoretical definitions and models of sustainable development that apply to human factors and ergonomics* (pp. 747–752). Copenhagen, Denmark. Retrieved from <http://proceedings.dtu.dk/fedora/repository/dtu:2471/OBJ/x152.747-752.pdf>
- The Royal Academy of Engineering. (2005). *Engineering for Sustainable Development : Guiding Principles*. The Royal Academy of Engineering.
- Tilbury, D. (2013). Another world is desirable. A global rebooting of higher education for sustainable development. In S. Sterling, L. Maxey, & H. Luna (Eds.), *The Sustainable University. Progress and prospects* (1st ed., pp. 71–86). New York, NY: Routledge.
- Tomar, C. (2018). Survey Length: Keep it short and simple. Retrieved January 11, 2018, from <https://www.questionpro.com/blog/survey-length-keep-it-short-and-simple/>
- UICN. (1980). *Stratégie mondiale de la conservation*. Gland (Suisse). Retrieved from <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/WCS-004-Fr.pdf>
- UNESCO. (1975). *L’Action du Programme international d’éducation relative à l’environnement*. Paris, France. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0005/000597/059759fb.pdf>
- UNESCO. (1976). *La Charte de Belgrade*. Paris, France. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001533/153391fb.pdf>
- UNESCO. (1978). *Conférence intergouvernementale sur l’éducation relative à l’environnement - Tbilissi, URSS*. Paris, France. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000327/032763fo.pdf>
- UNESCO. (1987). *Stratégie internationale d’action en matière d’éducation et de formation relatives à l’environnement pour les années 1990*. Paris, France. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000805/080583fo.pdf>
- UNESCO. (2005). *UN Decade of Education for Sustainable Development 2005 - 2014*. Paris, France. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001416/141629e.pdf>
- UNESCO. (2012). *L’éducation pour le développement durable - Ouvrage de référence*. Paris. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002166/216679f.pdf>
- UNESCO. (2015). Global Action Programme on ESD. Retrieved October 10, 2016, from <http://en.unesco.org/gap>
- UNESCO. (2017). Éducation au développement durable. Retrieved May 18, 2017, from

- <http://fr.unesco.org/themes/éducation-au-développement-durable>
- United Nations Environmental Program. (2009). *Lignes directrices pour l'analyse sociale du cycle de vie des produits*. (C. Benoît & B. Mazijn, Eds.). Druk in de weer (Belgique).
- Université de Sherbrooke. (2010). Relance - Génie civil - Statistiques de placement des diplômés universitaires de l'année 2008. Retrieved June 1, 2017, from <https://www.usherbrooke.ca/sve/relance/relance2010/cycle1/1213999.htm>
- Université de Sherbrooke. (2012). Relance - Génie civil - Statistiques de placement des diplômés universitaires de l'année 2010. Retrieved June 1, 2017, from <https://www.usherbrooke.ca/sve/relance/relance2012/19.html>
- Université de Sherbrooke. (2014). Relance - Génie civil - Statistiques de placement des diplômés universitaires de l'année 2012. Retrieved June 1, 2017, from <https://www.usherbrooke.ca/sve/relance/relance2014/141.html>
- Université de Sherbrooke. (2015). *Plan Réussir 2015-2017*. Retrieved from https://www.usherbrooke.ca/accueil/fileadmin/sites/accueil/documents/direction/documents_officiels/reussir_2015-2017.pdf
- Université de Sherbrooke. (2016). Relance - Génie civil - Statistiques de placement des diplômés universitaires de l'année 2014. Retrieved June 1, 2017, from <https://www.usherbrooke.ca/sve/relance/relance2016/207.html>
- Université de Sherbrooke. (2017). Infostages - Étudiants non placés. Retrieved June 1, 2017, from <https://www.usherbrooke.ca/infostages/preparation-aux-stages/etudiants-non-places/>
- Van Matre, S. (1990). *Earth Education - A New Beginning*. Warrenville, ILL: The Institute for Earth Education.
- Venkataraman, B. (2009). Education for Sustainable Development. *Environment*, 51, 8–10. <http://doi.org/10.3200/ENV.51.2.8-10>
- Villemagne, C. (2010). Regard historique sur le développement de l'éducation relative à l'environnement. In S. La Branche & N. Milot (Eds.), *Enseigner les sciences sociales de l'environnement. Un manuel multidisciplinaire* (1ère, pp. 17–30). Villeneuve d'Ascq, France: Presses Universitaires du Septentrion.
- Wahr, F., Underwood, J., Adams, L., & Prideaux, V. (2013). Three Academics' Narratives in Transforming Curriculum for Education for Sustainable Development. *Australian Journal of Environmental Education*, 29(1), 97–116. <http://doi.org/10.1017/aee.2013.21>
- Weatherston, Y. P. (2015). Multipronged Approach for Incorporating Sustainability into an Undergraduate Civil Engineering Curriculum. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000219](http://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000219)
- Weber, N. R., Strobel, J., Dyehouse, M. a., Harris, C., David, R., Fang, J., & Hua, I. (2014). First-year students' environmental awareness and understanding of environmental sustainability through a life cycle assessment module. *Journal of Engineering Education*,

103(1), 154–181. <http://doi.org/10.1002/jee.20032>

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Retrieved from <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

Wu, Y.-C. J., & Shen, J.-P. (2016). Higher education for sustainable development: a systematic review. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 17(5), 633–651. <http://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2015-0004>

Zilahy, G., & Huisingh, D. (2009). The roles of academia in regional sustainability initiatives. *Journal of Cleaner Production*, 17(12), 1057–1066. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.03.018>

Annexe A – Enquête Pacte 2D



LE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET LA FORMATION, QUELLES SONT VOS ATTENTES?

Le **Cégep de ...** et le [PACTE 2D](#) souhaitent connaître votre opinion et vos attentes à l'égard du développement durable et de votre formation.

Ce questionnaire comporte 20 questions réparties en trois sections. Le temps de réponse estimé est de 15 minutes. Nous vous invitons à répondre le plus honnêtement possible selon votre opinion personnelle. Le questionnaire est ouvert jusqu'au 10 novembre 2013.

Remarque sur la protection de la vie privée : Les renseignements fournis demeurent strictement confidentiels. Les données seront traitées de façon anonyme.

Le PACTE 2D regroupe deux universités et cinq cégeps. Il a comme principal objectif de favoriser l'intégration du développement durable à la formation postsecondaire. Les résultats de cette enquête serviront à alimenter les actions du PACTE 2D, du personnel enseignant et des établissements.

Remerciements : Le PACTE 2D souhaite souligner la collaboration de Wayana Carrier Doneys, Olivier Côté et Stéphane Lussier, candidate et candidats à la maîtrise en environnement de l'Université de Sherbrooke dans l'élaboration de ce questionnaire.

A. DONNÉES SOCIODÉMOGRAPHIQUES

Les renseignements fournis ne seront utilisés qu'aux fins statistiques de cette enquête.

1. Êtes-vous?

Homme, Femme, Autre.

2. Quel est votre lieu d'origine (province ou pays)?

Québec, Autres provinces canadiennes et Autre, veuillez précisez

3. Quel est votre programme d'études actuel?

Liste déroulante des programmes selon l'établissement.

4. Combien de sessions avez-vous complétées dans votre établissement d'enseignement actuel?

Pour les cégeps, 0 à 8 sessions et la mention plus de 8 sessions.

Pour les universités, 0 à 14 sessions et la mention plus de 14 sessions.

B. LE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET MOI

Cette section porte sur votre perception et votre engagement à l'égard du développement durable et de ses enjeux.

5. Quel est votre niveau de préoccupation à l'égard des enjeux suivants?

Très élevé, élevé, modéré, faible, très faible, nul

- L'épuisement des ressources non renouvelables (énergétique et minière)
- La faim et les famines
- La gestion des déchets
- La guerre et la violence
- La pauvreté
- La perte de biodiversité
- La perte de diversité culturelle
- La perte des terres cultivables
- La pollution de l'air
- La pollution de l'eau
- La pollution des sols
- Les catastrophes naturelles (ex. inondations, sécheresses)
- Les changements climatiques

- Les crises économiques
- Les inégalités (sociales, économiques)
- Les violations des droits de la personne

6. Lequel des énoncés suivants correspond le mieux à l'idée que vous vous faites du développement durable?

Un seul choix possible

Selon moi, le développement durable réfère principalement...

- À la préservation de l'environnement.
- Au développement économique à long terme.
- Au développement social et à l'équité entre les humains.
- À la prise en compte des enjeux sociaux, écologiques et économiques dans la prise de décision.
- À un processus poursuivant d'abord le développement humain et l'équité entre les humains tout en respectant les limites de l'environnement et en utilisant l'économie à cette fin.
- À un concept dépassé. Il serait préférable de parler de décroissance.
- Je n'ai jamais entendu parler du concept de développement durable.
- Je ne sais pas.
- Autre (veuillez préciser)

7. Lequel des énoncés suivants se rapproche le plus de votre opinion?

Un seul choix possible

Le développement durable...

- est un concept marketing pour faire consommer.
- est un moyen de réinventer la manière dont nous voulons vivre.
- est une mode.
- est une opportunité pour trouver des alternatives et des solutions aux crises actuelles.
- apporte des contraintes supplémentaires dans ma vie.
- Aucun de ces énoncés.
- Autre (veuillez préciser)

8. Avez-vous le sentiment de pouvoir agir en vue du développement durable?

- Oui, beaucoup
- Oui, un peu
- Non, pas vraiment
- Non, pas du tout

- Ça ne m'intéresse pas
- Je n'ai pas d'opinion

9. À quelle fréquence posez-vous les gestes suivants?

Toujours, souvent, rarement, jamais

- Recycler.
- Composter.
- Faire des choix de consommation de façon à réduire les déchets générés.
- Acheter des produits détenant des certifications environnementales ou sociales (ex. : biologique, équitable, pêches durables, foresterie durable).
- Acheter des produits locaux.
- Utiliser des modes de transport durable (ex. : vélo, marche, transport en commun, covoiturage).

10. À quelle fréquence vous informez-vous sur les enjeux d'environnement et de développement durable?

- Quotidiennement
- Hebdomadairement
- Mensuellement
- Rarement
- Jamais

11. À quel point êtes-vous d'accord avec les énoncés suivants?

Tout à fait en accord, Plutôt en accord, Plutôt en désaccord, Tout à fait en désaccord, Je ne sais pas

Je pense que le monde dans lequel je vivrai dans 20 ans sera...

- Plus tolérant
- Plus respectueux de l'environnement
- Plus juste
- Plus solidaire
- Plus respectueux des droits de la personne

12. Quelle est la probabilité que vous participiez à l'une ou l'autre des activités suivantes au cours de votre programme d'études actuel?

Je le fais déjà, C'est certain que je le ferai, Je le ferai peut-être, Je ne le ferai probablement pas, C'est certain que je ne le ferai pas, Je ne sais pas.

- Choisir un cours en lien avec le développement durable.

- Choisir une thématique en lien avec le développement durable dans le cadre d'un travail ou d'un projet académique.
- Mener un projet académique en lien avec les besoins de mon établissement ou d'un organisme communautaire.
- Faire du bénévolat (ex. corvée, projet d'aide humanitaire, etc.).
- Faire partie d'une association ou d'un regroupement (politique, environnemental, social).
- Faire un don en argent un organisme à but non lucratif.
- Faire un don en biens (ex. vêtements, meubles, etc.) à un organisme à but non lucratif.
- M'exprimer auprès de mes élus (en participant à des assemblées, par courrier, courriel ou téléphone).

C. LE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET MA FORMATION

Cette section vise à mieux connaître vos intérêts pour l'intégration du développement durable dans votre formation de même que votre perception des initiatives de développement durable dans votre établissement.

13. Sur une échelle de 0 à 5 (0 étant Nulle et 5 étant Très élevée), selon vous, quelle est l'importance d'aborder les thématiques suivantes dans votre formation actuelle?

Ajouter aussi je ne sais pas

- Aménagement durable du territoire.
- Concept et principes du développement durable.
- Développement humain et social (ex. réduction de la pauvreté, égalité des sexes, etc.).
- Diversité et patrimoine culturels.
- Gestion de l'énergie.
- Gestion des ressources minières.
- Gestion et qualité de l'eau.
- Lutte et adaptation aux changements climatiques.
- Transport durable.
- Qualité de la biodiversité et des écosystèmes.
- Paix et sécurité.
- Participation citoyenne.
- Production et consommation responsables.
- Santé et qualité de vie.

14. Sur une échelle de 0 à 5 (0 étant Nulle et 5 étant Très élevée), selon vous, quelle est l'importance de développer les aptitudes suivantes dans votre formation actuelle?

Ajouter aussi je ne sais pas

- Agir en tant qu'agent de changement.
- Avoir de l'empathie envers autrui.
- Avoir une sensibilité envers le milieu naturel.
- Envisager un avenir positif et durable.
- Exercer une pensée systémique.
- Exercer son jugement critique.
- Faire preuve de créativité.
- S'engager et participer à la vie démocratique.
- Travailler en équipe multidisciplinaire.

15. Pour l'intégration du développement durable dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de 0 à 5 (0 étant Nul et 5 étant Très élevé) pour les approches pédagogiques suivantes?

Ajouter aussi je ne sais pas

- Apprentissage par problème (mise en situation de l'apprentissage à l'aide d'un problème réel ou fictif).
- Apprentissage par projet dans un contexte fictif (ex. projet à réaliser à partir d'une mise en situation élaborée par l'enseignant).
- Apprentissage par projet dans un contexte réel (ex.: projet à réaliser en réponse aux besoins d'un organisme communautaire ou d'une problématique dans votre milieu).
- Conférence.
- Débat.
- Discussion de groupe.
- Étude de cas.
- Film ou vidéo.
- Jeu de rôle.
- Lecture obligatoire.
- Présentation par l'enseignant (enseignement magistral).
- *Team teaching* (cours planifié et donné conjointement par deux ou plusieurs enseignants).
- Travail en équipe multidisciplinaire.
- Visite sur le terrain.
- Autre (veuillez préciser l'approche pédagogique et votre niveau d'intérêt)

16. Pour l'intégration du développement durable dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de 0 à 5 (0 étant nul et 5 étant très élevé) pour les stratégies suivantes?

Ajouter aussi je ne sais pas

- Intégrer des éléments en lien avec le développement durable dans les cours existants.

- Intégrer des éléments en lien avec le développement durable dans un cours synthèse en fin de programme.
- M'inscrire à un cours à option ou à choix crédité dans mon programme et portant principalement sur le développement durable.
- M'inscrire à un cours obligatoire dans mon programme et portant principalement sur le développement durable.
- M'inscrire à un profil en développement durable (cheminement particulier à l'intérieur de mon programme qui mènerait à une mention au diplôme ou sur le relevé de notes).
- M'inscrire à un programme spécialisé en développement durable.
- Effectuer un stage ayant un lien avec le développement durable.
- Participer à un programme de mentorat où une personne d'expérience m'accompagnerait sur un sujet ou pour un projet.
- M'engager dans un projet ou une activité parascolaire en lien avec le développement durable.
- Autre (veuillez préciser la stratégie et votre niveau d'intérêt)

17. Connaissez-vous les interventions menées par votre établissement d'enseignement actuel dans les secteurs suivants?

Je les connais très bien, Je les connais assez bien, Je les connais peu, Je ne les connais pas du tout.

- Adoption d'une politique ou d'un plan d'action de développement durable.
- Gestion responsable des gaz à effet de serre et de l'énergie.
- Gestion responsable de l'eau.
- Saine gestion des déchets.
- Transport durable (ex. : transport en commun, covoiturage, vélo, marche, etc.).
- Autre (veuillez préciser l'intervention et le niveau de connaissance)

18. Quel est votre niveau de satisfaction par rapport aux interventions menées par votre établissement d'enseignement en lien avec le développement durable?

Très satisfait, Assez satisfait, Plutôt satisfait, Très insatisfait, Je ne sais pas.

19. Savez-vous à qui vous adresser pour proposer un projet en lien avec le développement durable dans votre établissement d'enseignement actuel?

Réponses multiples possibles

- Non, je ne sais pas qui contacter.
- Oui, un regroupement étudiant.
- Oui, un comité institutionnel environnemental ou de développement durable.

- Oui, un enseignant de mon établissement.
- Oui, un autre membre du personnel de mon établissement (ex. à la direction, à la vie étudiante, au service de l'environnement ou du développement durable).
- Autre (veuillez préciser)

20. Connaissez-vous une ou des sources de financement pour mener un projet en lien avec le développement durable?

Réponses multiples possibles

- Non, je ne connais pas de moyen de financement.
- Oui, un fonds de mon établissement.
- Oui, un fonds d'un regroupement étudiant.
- Oui, un fonds d'un organisme externe.
- Autre (veuillez préciser)

Cliquer sur «Terminé» pour que vos réponses soient transmises. Vous serez par la suite redirigé vers une page Web où vous pourrez, si vous le souhaitez, vous inscrire au tirage.

Merci de votre participation!

**RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE
POUR LES ÉTUDIANTS DE
GÉNIE DE L'UdeS**

ID personne interrogée	Etes-vous?		Quel est votre programme d'études		Sur une échelle de 0 à 5 (5 étant Beaucoup), à quel point souhaitez-vous approfondir								
ID répondant	Institution	H/F	Quel est votre lieu d'origine ?	Programme d'études actuel	Nb sessions complétées ?	Aménagement durable du territoire.	Concept et principes du DD.	Développement humain et social	Diversité et patrimoine culturels.	Gestion de l'énergie.	Gestion des ressources minières.	Gestion et qualité de l'eau.	
2900978260	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s		4	3	SO	5	2	1	SO
2885744464	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	4 s		2	0	1	1	4	4	5
2903614349	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s		4	5	5	3	5	2	5
2903335742	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	2 s		1	5	1	1	5	5	5
2902929602	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	2 s		4	4	2	2	5	2	4
2901974644	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	2 s		3	4	2	1	5	5	5
2901813470	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s		4	4	3	3	5	4	4
2901791362	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s		5	3	3	2	4	3	5
2901666592	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s								
2901600383	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	4 s		3	3	0	1	5	5	5
2901582701	UdeS	F	Tahiti	Bac. en g. biotechnologie	2 s		5	3	2	2	5	2	5
2901395152	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	4 s		5	5	3	3	5	3	5
2900967289	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	4 s								
2891889095	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	4 s		5	4	3	3	4	2	4
2888123152	UdeS	F	France	Bac. en g. biotechnologie	1 s		5	5	5	5	4	4	5
2887824559	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s		5	3	1	2	4	3	2
2887804310	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	2 s		4	4	5	4	4	4	4
2887300587	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	4 s		5	5	4	3	5	4	4
2887220434	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	4 s		5	5	3	3	5	4	5
2886852210	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s		0	0	0	3	3	0	3
2886597284	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s		5	5	5	5	5	5	5
2886585604	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s		3	5	4	3	4	4	5
2886553208	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s								
2886516222	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	3 s		SO	3	1	0	3	2	5
2886143712	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	5 s		5	4	3	2	4	5	5
2885960050	UdeS	F	France	Bac. en g. biotechnologie	1 s								
2885779098	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	7 s		3	3	2	2	4	3	4
2885578973	UdeS	H	Québec	Bac. en g. biotechnologie	1 s		5	4	3	3	4	4	5
2885538755	UdeS	F	Québec	Bac. en g. biotechnologie	4 s		5	4	4	4	4	4	5
2903163948	UdeS	H	Québec	Bac. en g. chimique			4	4	5	4	5	5	5
2902021339	UdeS	H	Colombie	Bac. en g. chimique	3 s		5	5	2	2	5	5	4
2901438147	UdeS	F	Québec	Bac. en g. chimique	2 s		5	5	3	0	5	5	5
2901146242	UdeS		Québec	Bac. en g. chimique	4 s		0	3	0	0	5	5	5
2901133493	UdeS	H	Autre province	Bac. en g. chimique	1 s		5	5	5	5	5	5	5
2901045048	UdeS	F	Québec	Bac. en g. chimique	6 s		3	2	0		4	3	3
2901035609	UdeS	H	Québec	Bac. en g. chimique	7 s		2	3	3	2	4	4	5
2900959059	UdeS	F	Québec	Bac. en g. chimique	8 s		3	2	5	3	5	5	5
2886495144	UdeS	H	Québec	Bac. en g. chimique	2 s		3	2	2	1	4	5	3
2886437730	UdeS	H	Québec	Bac. en g. chimique	7 s		4	4	2	4	5	5	5
2886299352	UdeS	H	France	Bac. en g. chimique			3	2	0	0	4	4	4
2886184599	UdeS	H	Québec	Bac. en g. chimique	8 s		5	5	5	5	5	5	5
2886068771	UdeS	H	Québec	Bac. en g. chimique	6 s		2	3	1	2	5	5	5
2886050927	UdeS	H	Québec	Bac. en g. chimique	1 s		4	3	4	4	5	4	5
2885975818	UdeS	H	Québec	Bac. en g. chimique	7 s		5	5	2	2	5	5	5
2885873350	UdeS	F	Québec	Bac. en g. chimique	7 s								
2885596732	UdeS	F	Québec	Bac. en g. chimique	4 s		4	4	3	3	5	5	5
2906880890	UdeS	F	France	Bac. en g. civil	1 s		3	2	0	0	2	1	3
2906676901	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	6 s		5	5	4	3	5	5	5
2905605687	UdeS	F	Argentine	Bac. en g. civil			5	5	4	3	5	2	4
2903053908	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	1 s		4	4	4	4	5	5	5
2902703531	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	7 s		5	5	0	0	0	0	5
2902027106	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	1 s		3	4	4	4	4	4	4
2902017838	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	4 s		2	3	1	2	4	4	4
2901983163	UdeS	F	Québec	Bac. en g. civil			4	4	3	1	4	4	4
2901523845	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	6 s		1	0	0	0	5	5	4
2901419082	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	4 s		4	3	2	2	5	5	5
2901209678	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	7 s		5	5	2	2	5	4	5
2901117538	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	7 s		5	5	5	5	5	5	5
2901047972	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil									
2900950550	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	6 s								
2900944894	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	7 s		3	3	3	3	4	4	4
2896243040	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	1 s		3	3	3	3	5	4	4
2896005529	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	4 s		3	4	1	1	4	3	4

ID personne interrogée			Etes-vous?		Quel est votre programme d'études		Sur une échelle de 0 à 5 (5 étant Beaucoup), à quel point souhaitez-vous approfondir						
ID répondant	Institution	H/F	Quel est votre lieu d'origine ?	Programme d'études actuel	Nb sessions complétées ?	Aménagement durable du territoire.	Concept et principes du DD.	Développement humain et social	Diversité et patrimoine culturels.	Gestion de l'énergie.	Gestion des ressources minières.	Gestion et qualité de l'eau.	
2894714616	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	6 s		3	3	4	2	5	5	
2888725662	UdeS	F	Québec	Bac. en g. civil	7 s		3	3	2	2	4	3	
2888590246	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	1 s		5	5	2	5	5	5	
2888071990	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	6 s								
2887806885	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	6 s		2	3	2	3	1	2	
2887758254	UdeS	F	Québec	Bac. en g. civil	4 s		4	4	2	1	4	5	
2887455250	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	7 s		4	5	4	3	4	4	
2886827153	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	6 s		5	5	4	2	4	4	
2886741097	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	4 s		2	2	2	3	4	5	
2886716463	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	2 s		5	4	5	5	4	5	
2886636075	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	2 s		5	4	4	3	5	4	
2886609355	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	7 s		5	2	3	2	5	4	
2886486173	UdeS	F	Québec	Bac. en g. civil	2 s		4	3	4	3	4	4	
2886426540	UdeS	F	Québec	Bac. en g. civil	1 s								
2886413439	UdeS	F	Québec	Bac. en g. civil	1 s		4	3	2	3	4	3	
2886400304	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	6 s		3	2	1	2	3	4	
2886383402	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil			5	4	4	3	5	4	
2886341824	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	7 s		5	4	2	2	5	5	
2886263661	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil			1	2	2	4	2	3	
2886188531	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil			4	3	3	3	4	4	
2886011747	UdeS	F	Québec	Bac. en g. civil			2	2	4	3	3	4	
2885737954	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	1 s								
2885709011	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil			4	3	0	0	4	3	
2885654757	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	7 s		4	3	2	1	3	5	
2885619868	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil	6 s		2	3	2	2	4	4	
2885613674	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil			1	2	1	3	3	1	
2885586791	UdeS	F	Québec	Bac. en g. civil	6 s		3	4	2	2	3	4	
2885575518	UdeS	H	Québec	Bac. en g. civil			4	3	4	4	5	5	
2904106223	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique			1	0	0	0	3	1	
2902783235	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	6 s		3	4	2	2	4	4	
2902078704	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	4 s		4	4	3	3	5	4	
2901972544	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	3 s								
2901861003	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	2 s								
2901830245	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	6 s		0	0	0	0	0	0	
2901784562	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	6 s		3	3	3	3	5	3	
2901766732	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	7 s		3	4	4	3	4	4	
2901711403	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	6 s		4	4	1	2	5	5	
2901705675	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	1 s								
2901699682	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	2 s		1	1	1	1	4	1	
2901476264	UdeS	H	Russie	Bac. en g. électrique	1 s		3	3	0	0	5	5	
2901245013	UdeS	F	Québec	Bac. en g. électrique	6 s		1	4	3	1	5	2	
2901122536	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	6 s		3	3	0	0	5	4	
2901119303	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	5 s		4	4	3	5	5	5	
2901092096	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	4 s		1	1	1	1	5	3	
2901044889	UdeS	H	France	Bac. en g. électrique	1 s		SO	SO	SO	SO	5	5	
2900967859	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	6 s								
2900964301	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	6 s		3	4	0	0	4	0	
2896993846	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique			3	4	3	4	5	5	
2891261238	UdeS	F	Québec	Bac. en g. électrique	2 s								
2890082336	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	1 s		3	3	3	2	3	3	
2890005237	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	5 s		5	4	4	4	5	4	
2888654124	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	6 s		2	3	2	2	4	3	
2887463332	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	1 s								
2887387484	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	7 s		5	5	5	2	5	5	
2886480973	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	1 s		2	4	2	3	5	3	
2885835944	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	6 s		4	4	5	4	5	5	
2885641581	UdeS	H	Québec	Bac. en g. électrique	7 s		4	4	0	2	4	4	
2885515953	UdeS	H	France	Bac. en g. électrique	2 s		4	4	4	3	5	2	
2904778927	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	7 s		1	1	1	1	4	2	
2903161884	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	7 s		3	4	3	3	3	3	
2902276467	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique			4	3	5	3	4	3	
2901505607	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	7 s		3	3		5	4	3	
2901454097	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	1 s								

ID personne interrogée			Etes-vous?		Quel est votre programme d'études		Sur une échelle de 0 à 5 (5 étant Beaucoup), à quel point souhaitez-vous approfondir						
ID répondant	Institution	H/F	Quel est votre lieu d'origine ?	Programme d'études actuel	Nb sessions complétées ?	Aménagement durable du territoire.	Concept et principes du DD.	Développement humain et social	Diversité et patrimoine culturels.	Gestion de l'énergie.	Gestion des ressources minières.	Gestion et qualité de l'eau.	
2901010380	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	3 s		0	0	2	0	4	4	
2900286135	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	1 s		5	4	3	3	5	5	
2896979574	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	6 s								
2887477218	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	6 s		1	3	3	2	4	1	
2886396585	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	2 s								
2885886367	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	6 s		5	4	3	1	4	4	
2885745661	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	6 s		2	2	2	2	5	2	
2885741022	UdeS	H	Québec	Bac. en g. informatique	6 s		3	4	4	2	4	4	
2885545883	UdeS	F	Québec	Bac. en g. informatique			5	4	4	4	5	2	
2885531498	UdeS	F	Québec	Bac. en g. informatique	7 s		3	3	4	2	4	3	
2911265975	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s		4	5	2	3	5	4	
2908437562	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	6 s		3	4	3	4	5	5	
2902552058	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		4	3	3	2	5	3	
2902137253	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s								
2902055942	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	2 s		2	2	2	2	5	2	
2902007300	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	6 s		3	3	3	2	4	2	
2902002440	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	2 s								
2901838485	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		4	3	3	2	2	2	
2901828799	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	5 s		2	3	4	2	1	0	
2901778003	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	5 s		3	3	0	0	4	3	
2901701869	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s								
2901621480	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s		4	3	3	2	4	4	
2901599209	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	3 s		5	5	5	5	3	3	
2901518010	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	5 s		5	5	3	2	5	3	
2901397191	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		4	3	4	3	4	2	
2901310486	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	5 s		3	4	1	2	5	4	
2901300245	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	5 s		2	3	2	0	5	3	
2901294355	UdeS	H	France	Bac. en g. mécanique	1 s								
2901266819	UdeS	F	Autre province	Bac. en g. mécanique	4 s		2	3	3	1	2	1	
2901198219	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		3	1	2	0	5	2	
2901036694	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		3	3	1	1	5	4	
2900996522	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s		4	4	2	2	5	5	
2900980858	UdeS	H	France	Bac. en g. mécanique	1 s								
2900974863	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	3 s		0	0	0	0	1	3	
2900967766	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	6 s		4	5	4	2	5	5	
2900957219	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		4	4	2	1	5	5	
2899354058	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s		3	4	3	2	3	4	
2895354761	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s		3	4	2	SO	4	4	
2895325829	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		4	4	2	2	5	3	
2893091183	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		3	4	2	2	5	4	
2892083073	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s		3	3	2	2	5	4	
2890916086	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	2 s		3	3	1	1	5	2	
2890398553	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		4	4	4	3	5	4	
2890027938	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	6 s		1	4	2	2	5	4	
2889744706	UdeS	F	France	Bac. en g. mécanique	1 s		2	2	5	5	4	1	
2889040230	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	2 s		3	3	4	4	4	3	
2888678052	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s		2	5	0	0	5	5	
2887970840	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		4	4	2	2	5	3	
2887643715	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s		4	4	4	2	5	4	
2887214308	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s		1	2	2	2	4	4	
2886932469	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		3	2	1	1	5	5	
2886784550	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s		5	4	0	0	5	4	
2886761070	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		2	3	1	0	5	3	
2886752158	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s		4	5	3	SO	5	3	
2886702954	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s		1	1	1	1	5	4	
2886683625	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique			3	3	1	1	4	2	
2886571063	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s		2	4	4	2	3	2	
2886536108	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique			3	3	0	1	5	4	
2886475188	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	8 s		3	5	5	3	4	5	
2886468640	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s		2	4	2	1	5	5	
2886439857	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s		4	4	4	4	5	5	
2886358065	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique			4	4	3	3	5	4	
2886333068	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s		2	3	1	1	5	3	

ID personne interrogée	Etes-vous?	Quel est votre programme d'études		Sur une échelle de 0 à 5 (5 étant Beaucoup), à quel point souhaitez-vous approfondir								
ID répondant	Institution	H/F	Quel est votre lieu d'origine ?	Programme d'études actuel	Nb sessions complétées ?	Aménagement durable du territoire.	Concept et principes du DD.	Développement humain et social	Diversité et patrimoine culturels.	Gestion de l'énergie.	Gestion des ressources minières.	Gestion et qualité de l'eau.
2886258877	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s	3	3	2	2	5	4	4
2886212963	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	8 s	1	3	3	3	3	3	3
2886161981	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s	5	5	1	2	5	4	5
2886145093	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s	3	3	2	2	4	2	3
2886139839	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s	2	4	4	4	4	4	4
2886066812	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s	3	2	2	2	4	3	4
2885951080	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s	4	2	1	0	5	5	4
2885929499	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s	2		2	1	5	5	4
2885916251	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s	2	4	2	2	5	2	4
2885769523	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	5 s	4	5	2	2	4	3	4
2885754853	UdeS	H	Autre provir	Bac. en g. mécanique	4 s							
2885683911	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s	3	4	3	2	4	4	4
2885676041	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	6 s	3	4	5	3	5	4	4
2885675477	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s	4	3	1	1	5	3	3
2885667570	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	8 s	2	4	1	1	5	5	5
2885627269	UdeS	F	France	Bac. en g. mécanique	1 s	5	3	4	SO	5	5	5
2885621278	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s	2	3	2	3	5	4	4
2885618841	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	2 s	2	2	3	3	3	4	3
2885610595	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique		3	4	3	0	5	5	5
2885601031	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	5 s	4	4	3	2	4	4	4
2885577760	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	Plus de 8 s	2	0	1	1	2	1	3
2885573023	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	7 s	3	2	2	3	4	4	4
2885561311	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	6 s	4	4	3	2	5	5	5
2885528115	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	4 s	4	4	0	0	5	5	2
2885527714	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	6 s	4	5	2	2	5	5	5
2885523267	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	5 s	3	3	3	2	4	4	4
2885516203	UdeS	F	Québec	Bac. en g. mécanique	2 s	3	3	3	3	5	5	5
2885560221	UdeS	H	Québec	Bac. en g. mécanique	1 s	4	3	3	2	4	1	2

vos connaissances sur les thématiques suivantes dans le cadre de votre formation?

Sur une échelle de 0 à 5 (5 étant Beaucoup), à quel point souhaitez-vous développer les a

Lutte et adaptation aux changements climatiques.	Transport durable.	Qualité de la biodiversité et des écosystèmes.	Paix et sécurité	Participation citoyenne	Production et consommation responsables	Santé et qualité de vie.	Agir en tant qu'agent de changement.	Avoir de l'empathie envers autrui.	Avoir une sensibilité envers le milieu naturel.	Envisager un avenir positif et durable.	Exercer une pensée systémique.
SO	5	4	5	SO	4	3	5	5	4	4	3
4	3	5	4	3	4	5	2	3	3	3	3
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	1	1	5	3	5	1	2	3	SO
4	2	3	2	2	2	5	5	4	4	4	5
4	2	2	1	1	4	3	2	4	4	5	5
5	5	5	3	4	4	4	5	3	5	5	5
3	3	5	4	2	2	3	4	3	5	4	SO
5	3	3	0	0	3	3	3	3	4	4	3
4	5	3	2	0	2	2	1	3	5	5	2
5	3	4	3	4	5	5	5	4	5	5	4
3	2	4	2	2	5	4	3	3	5	5	3
5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
4	2	4	3	1	3	2	4	0	4	3	5
5	4	5	4	3	4	4	5	5	5	5	4
5	4	5	3	3	5	4	4	4	5	5	5
4	4	3	1	1	1	1	4	2	3	3	3
0	0	3	3	0	0	3	0	2	2	2	0
5	5	5	4	4	5	5	3	3	4	4	3
5	3	4	3	2	3	3	4	4	5	4	SO
5	1	3	0	0	1	3	2	3	3	4	1
4	4	5	3	4	4	4	5	3	5	4	4
3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3
5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5
4	3	3	4	2	3	4	3	4	4	5	5
5	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	4	3	2	3	3	4	3	4	4	5
5	5	5	4	0	5	5	4	SO	5	5	5
1	1	0	0	0	5	4	1	SO	5	5	SO
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	2	0	0	2	2	1	3	0	1	4	SO
3	5	3	4	4	3	5	3	4	5	5	3
2	5	5	3	3	3	3					
3	4	3	2	3	5	4	4	4	4	3	4
4	5	4	2	2	5	4	3	3	3	4	4
2	2	2	2	0	4	2	2	2	1	1	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	1	2	2	0	1	3	3	3	5	5	4
5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4
5	5	3	2	2	5	5	3	5	5	4	5
4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
5	5	4	3	3	4	3	5	4	4	5	5
3	4	5	4	4	5	3	5	2	5	5	SO
4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4
	3	5	3	0	5	0	5	3	5	5	3
4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3
3	4	2	0	0	3	2	2	2	3	3	5
4	4	3	2	2	4	5	3	4	4	5	4
2	0	3	0	0	0	0	2	3	3	2	2
4	5	3	2	2	2	2	3	2	3	3	3
5	5	5	2	2	3	3	3	1	3	3	2
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	2	2	4	3	3	3	3	3	3
4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4
4	4	2	1	1	2	2	2	3	4	4	4

vos connaissances sur les thématiques suivantes dans le cadre de votre formation?

Sur une échelle de 0 à 5 (5 étant Beaucoup), à quel point souhaitez-vous développer les a

Lutte et adaptation aux changements climatiques.	Transport durable.	Qualité de la biodiversité et des écosystèmes.	Paix et sécurité	Participation citoyenne	Production et consommation responsables	Santé et qualité de vie.	Agir en tant qu'agent de changement.	Avoir de l'empathie envers autrui.	Avoir une sensibilité envers le milieu naturel.	Envisager un avenir positif et durable.	Exercer une pensée systémique.
5	4	3	3	2	4	3	3	3	4	4	5
3	3	3	2	2	4	5	3	4	4	4	4
5	5	4	3	4	5	5	2	2	3	4	5
3	3	3	1	2	3	2	2	3	4	4	4
3	3	1	1	0	0	1	4	3	3	3	4
4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4
4	4	2	2	2	2	3	3	4	5	4	1
3	3	2	0	0	2	3	1	1	2	4	4
5	5	5	5	4	4	3	3	3	5	5	SO
3	4	4	5	3	4	4	3	5	4	4	SO
5	5	3	3	4	5	5	3	2	4	4	4
5	5	5	4	4	4	5					
5	4	4	3	2	3	4					
4	4	3	1	2	3	3	2	3	4	4	3
4	5	3	3	3	4	4	4	5	4	5	4
4	4	4	2	3	3	4	5	3	5	5	5
3	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	4
4	3	3	2	2	2	3	3	5	5	5	4
3	4	2	2	2	2	3	0	3	3	3	3
1	1	1	1	1	2	3	1	0	1	1	1
5	4	5	2	3	4	4	4	4	5	4	4
2	4	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2
1	2	2	0	1	3	3	4	4	4	5	4
3	4	3	2	2	5	4	3	3	4	4	3
4	3	4	2	3	4	5	2	3	4	4	5
2	2	2	0	0	0	1	1	3	5	2	0
4	4	4	2	2	4	3	3	4	4	4	3
4	4	3	3	3	4	4	4	5	5	5	4
1	1	0	0	1	2	2	3	0	0	5	0
4	3	3	2	3	3	3	3	5	5	5	3
4	5	3	4	3	5	4	3	4	3	4	3
4	5	4	2	1	4	2	4	4	4	4	4
1	3	1	1	1	1	1	3	4	4	4	3
5	5	5	4	1	5	5		1	5	5	5
1	5	1	2	2	4	4	3	4	3	4	3
5	5	3	1	0	4	1	4	2	3	5	SO
3	3	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5
3	2	1	1	1	1	1	3	3	4	4	4
SO	5	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO
3	4	0	0	0	0	0	SO	1	3	3	4
3	5	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3
3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
1	3	5	1	1	0	3	3	1	5	0	1
2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5
3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	4
5	5	4	5	SO	SO	5	5	5	5	4	5
3	2	2	2	1	2	1	1	3	3	4	3
3	5	4	2	3	4	3	5	4	3	4	3
2	2	2	5	1	2	3	4	4	3	2	2
3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	SO	4
5	5	5	2	3	4	3	SO	1	3	5	4

vos connaissances sur les thématiques suivantes dans le cadre de votre formation?

Sur une échelle de 0 à 5 (5 étant Beaucoup), à quel point souhaitez-vous développer les a

Lutte et adaptation aux changements climatiques.	Transport durable.	Qualité de la biodiversité et des écosystèmes.	Paix et sécurité	Participation citoyenne	Production et consommation responsables	Santé et qualité de vie.	Agir en tant qu'agent de changement.	Avoir de l'empathie envers autrui.	Avoir une sensibilité envers le milieu naturel.	Envisager un avenir positif et durable.	Exercer une pensée systémique.
1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
5	2	5	3	2	3	4	5	3	4	4	5
3	5	2	3	1	4	4	4	3	3	4	3
3	2	1	1	1	3	4	1	4	4	4	2
5	5	2	3	1	1	2					
4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	4	SO
3	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4
4	4	4	3	3	4	4	5	4	5	5	4
5	5	5	3	3	4	5	5	3	5	4	4
3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	5	5
5	4	4	3	2	3	3	4	SO	4	4	4
3	4	3	3	3	3	3	5	3	3	3	5
3	5	4	3	1	3	4	3	4	4	5	SO
0	1	4	4	1	1	5	1	3	5	4	3
2	3	1	2	3	4	4	4	5	1	2	4
4	3	2	0	0	4	4	3	3	3	3	4
3	4	2	2	4	3	4	4	4	3	3	3
3	4	5	2	1	5	4	4	4	4	5	4
5	5	5	3	4	5	4	5	4	5	5	SO
5	5	5	4	1	5	4	4	5	4	3	4
2	4	1	2	2	5	4	2	2	3	3	3
3	4	3	1	1	5	4	5	SO	3	3	4
4	4	3	3	2	1	4	3	3	4	5	5
3	3	3	4	4	3	5	5	5	4	4	SO
3	5	3	2	3	4	4	3	2	3	4	3
5	5	2	2	2	5	5	4	4	3	4	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	5	3	4	4	5	5	5	4	5	5	5
5	5	3	2	2	5	5	5	1	3	4	5
3	2	3	2	1	2	3	5	4	4	5	5
5	5	3	SO	4	5	2	4	2	4	5	SO
3	3	3	3	3	4	3	5	3	3	4	3
5	4	4	4	4	4	4	2	3	3	3	SO
5	5	5	3	4	5	4	5	5	5	5	4
3	3	2	1	1	1	1	5	4	3	5	
4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
5	5	4	2	2	4	4	4	2	3	4	2
4	2	2	5	5	4	2	5	3	3	2	2
5	3	5	2	1	3	3	5	4	5	4	SO
0	0	0	0	0	5	0	2	0	3	0	SO
4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	4	2	2	3	3	4	3	3	3	SO
3	3	1	1	3	3	4	2	3	3	4	4
5	4	3	3	1	4	4	2	2	3	3	SO
5	5	4	2	2	4	5	4	3	5	5	4
5	5	3	4	2	4	4	3	0	3	3	SO
3	5	3	3	2	4	2	5	5	3	5	5
3	3	2	1	2	1	3	1	2	2	2	SO
3	3	3	3	2	3	1	5	3	4	4	5
3	3	3	4	2	3	3	4	4	4	4	3
4	4	3	2	1	3	3	3	2	3	3	3
5	5	3	3	5	4	3	5	5	3	4	5
4	5	3	2	3	4	4	4	2	4	4	5
5	5	5	5	5	5	5	2	5	4	4	4
4	5	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4
4	3	1	1	1	2	2	3	1	1	2	SO

vos connaissances sur les thématiques suivantes dans le cadre de votre formation?

Sur une échelle de 0 à 5 (5 étant Beaucoup), à quel point souhaitez-vous développer les a

Lutte et adaptation aux changements climatiques.	Transport durable.	Qualité de la biodiversité et des écosystèmes.	Paix et sécurité	Participation citoyenne	Production et consommation responsables	Santé et qualité de vie.	Agir en tant qu'agent de changement.	Avoir de l'empathie envers autrui.	Avoir une sensibilité envers le milieu naturel.	Envisager un avenir positif et durable.	Exercer une pensée systémique.
4	3	2	1	1	3	1	3	2	2	SO	SO
3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	2	3
4	4	3	2	2	5	5	4	4	4	5	3
3	4	3	2	2	4	3	3	3	4	4	4
1	3	3	2	4	3	2	4	5	4	4	0
4	4	2	4	4	4	4	3	3	2	2	1
1	5	0	1	0	3	4	1	4	2	2	4
5	5	5	4	2	5	4	3	2	2	3	4
4	4	3	2	2	5	3	3	2	3	3	SO
3	4	2	2	2	5	4	3	3	3	4	4
5	4	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3
3	3	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5
4	2	1	1	1	2	2	3	2	1	4	4
3	5	2	2	2	5	1	5	1	1	5	5
5	4	3	3	3	5	5	5	5	5	4	3
4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	5
4	4	1	2	3	3	3					
5	4	4	4	0	1	2	5	4	4	4	4
3	3	2	2	3	3	3	4	3	3	4	4
2	3	1	3	2	2	1	1	2	2	3	2
5	3	3	3	3	5	4	2	3	4	4	2
5	5	5	4	3	5	5	5	4	4	4	1
3	5	2	2	1	4	4	2	2	3	3	5
4	5	3	2	4	4	4	5	3	4	4	4
2	4	3	4	3	4	4	1	3	2	4	5
3	3	3	2	2	2	2	2	4	4	4	4
1	2	2	4	2	3	3	2	4	3	3	2

ptitudes suivantes dans le cadre de votre formation?

Pour l'intégration du développement durable dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de

Exercer son jugement critique.	Faire preuve de créativité.	S'engager et participer à la vie démocratique.	Travailler en équipe multidisciplinaire	Apprentissage par problème	Apprentissage par projet dans un contexte fictif	Apprentissage par projet dans un contexte réel	Conférence.	Débat.	Discussion de groupe.	Étude de cas.	Film ou vidéo.	Jeu de rôle.
3	4	4	5	4	4	2	4	3	4	5	4	5
3	3	3	3	1	2	4	4	0	4	3	5	0
5	5	4	5	4	5	5	3	4	4	3	4	4
3	3	1	3	4	3	5	3	3	3	3	3	0
5	5	3	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3
5	4	2	3	4	3	5	2	1	3	3	5	2
5	5	4	5	4	4	5	4	4	3	4	3	4
4	4	4	4	4	4	5	4	2	2	3	1	0
4	4	2	3	2	2	4	3	2	3	3	2	1
2	5	2	5	5	5	5	0	0	1	2	3	4
5	4	3	5	5	5	5	5	3	4	4	4	2
4	3	2	5	5	4	4	5	2	2	4	5	2
5	5	3	4	SO	SO	5	4	5	5	5	5	5
5	5	2	4	5	5	5	4	4	4	4	2	2
5	5	5	5	3	4	3	3	4	4	4	4	2
5	5	4	5	3	2	5	5	2	3	4	5	3
3	4	4	5	5	5	5	4	2	1	1	3	0
0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0
SO	3	SO	SO	3	3	3	SO	SO	4	4	4	4
4	5	4	4	5	4	5	3	2	2	3	4	1
3	2	1	2	3	3	5	3	1	1	3	2	0
5	5	4	4	4	3	5	4	5	5	5	4	3
3	3	2	3	3	3	4	3	1	1	2	2	1
5	5	3	4	3	3	3	4	0	2	3	2	0
5	3	3	5	4	5	5	3	4	4	5	4	5
5	5	4	4	3	3	4	2	4	3	4	3	3
4	4	3	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4
5	5	3	5	1	4	5	3	0	2	3	3	0
5	5	5	5	5	5	0	5	0	0	3	3	0
5	4	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5
5	4	2	5	5	3	5	2	1	2	2	1	0
4	2	3	5	4	4	5	3	2	4	3	3	2
3	2	1	4	2	2	4	2	2	3	4	3	2
5	3	3	4	3	4	4	4	2	2	4	2	3
4	4	0	4	5	4	5	3	4	3	4	2	0
5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	2	3	2	2	3	0
5	5	4	4	5	3	5	4	5	4	4	4	3
5	5	2	4	5	3	5	3	5	5	5	3	3
3	3	3	3	4	4	4	3	2	2	4	4	1
3	3	1	4	3	2	3	3	2	1	2	0	3
4	5	3	5	4	4	5	4	4	3	4	4	3
5	5	4	5	4	4	5	4	2	3	3	3	4
4	4	4	4	3	4	3	5	4	5	4	4	2
5	5	3	5	5	5	5	4	3	3	4	4	0
4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	2	3	3	4	4	4	3	2	5	2	0
4	5	2	5	4	4	4	3	1	3	4	4	1
3	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	3	5	5	4	5	3	3	2	2	3	1
2	3	2	4	4	4	5	4	2	2	4	3	1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	3	3	3	4	3	3	3	2	2	2	2	
4	5	4	5	4	3	4	5	5	5	4	4	2
4	4	3	4	5	5	5	2	2	2	3	2	2

ptitudes suivantes dans le cadre de votre formation?

Pour l'intégration du développement durable dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de

Exercer son jugement critique.	Faire preuve de créativité.	S'engager et participer à la vie démocratique.	Travailler en équipe multidisciplinaire	Apprentissage par problème	Apprentissage par projet dans un contexte fictif	Apprentissage par projet dans un contexte réel	Conférence.	Débat.	Discussion de groupe.	Étude de cas.	Film ou vidéo.	Jeu de rôle.
5	5	3	3	4	2	5	5	3	3	4	0	1
5	5	2	5	4	4	2	5	4	5	5	1	1
4	5	4	4	3	3	4	4	5	5	5	5	5
4	4	3	3	3	3	3	2	3	2	2	1	1
5	4	2	5	2	4	3	5	3	3	4	2	0
4	4	3	4	3	3	5	4	2	3	3	3	3
3	4	2	2	4	4	5	5	3	3	4	4	1
4	4	2	3	3	4	2	3	3	3	3	1	0
4	4	3	4	SO	SO	SO	4	3	2	3	5	1
5	5	2	5	4	3	3	4	3	3	5	4	4
5	5	5	5	4	2	4	5	5	3	3	4	1
3	3	4	4	3	3	4	2	3	3	2	3	1
4	3	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	3	4	5	3	4	5	5	5	5	5	2
4	5	5	5	3	3	3	2	3	4	3	3	3
5	4	4	3	5	5	5	4	3	3	4	4	4
3	3	1	3	4	4	4	1	1	1	2	3	2
4	3	3	4	3	3	3	5	1	4	3	2	3
4	4	2	5	3	5	5	1	3	4	4	1	0
4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
3	3	5	4	3	3	3	4	4	4	4	4	2
3	3	1	3	3	4	5	3	1	2	2	3	1
5	5	4	5	2	4	5	4	3	4	2	5	1
0	4	0	3	5	5	3	1	0	3	3	0	0
1	1	1	4	5	5	5	2	2	4	3	4	3
5	5	4	5	5	2	5	4	5	4	3	4	3
0	0	0	0	5	5	0	2	4	3	3	3	3
3	3	1	3	5	5	5	1	1	1	1	1	1
4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	2	3	1
4	4	2	4	4	4	4	4	2	3	2	4	3
5	5	0	4	5	5	3	1	0	0	0	3	2
4	2	3	3	5	5	5	1	1	1	3	2	3
5	5	2	5	5	5	5	3	2	3	4	3	2
3	5	0	5	5	3	5	3	1	2	2	3	2
5	5	SO	5	3	0	5	3	1	3	4	3	0
4	4	2	5	4	4	4	2	2	3	3	1	1
SO	4	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	5	SO
4	1	1	4	4	4	4	0	0	2	0	2	0
4	3	2	2	4	4	5	4	3	4	3	4	2
3	3	2	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
2	5	1	3	3	1	0	0	1	0	1	2	0
3	4	2	4	4	4	4	2	1	2	3	2	2
5	5	0	5	3	4	5	4	4	4	3	4	5
4	5	3	5	5	5	5	4	3	3	4	3	0
5	4	5	SO	5	4	5	5	4	4	5	5	5
5	4	1	5	5	4	4	2	2	0	0	2	0
5	5	5	5	5	5	5	3	2	2	4	5	5
5	4	4	4	5	5	5	4	1	1	2	1	0
4	5	2	3	5	5	5	3	2	2	3	4	1
5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3
4	SO	0	5	2	2	4	5	3	SO	3	2	0

ptitudes suivantes dans le cadre de votre formation?

Pour l'intégration du développement durable dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de

Exercer son jugement critique.	Faire preuve de créativité.	S'engager et participer à la vie démocratique.	Travailler en équipe multidisciplinaire	Apprentissage par problème	Apprentissage par projet dans un contexte fictif	Apprentissage par projet dans un contexte réel	Conférence.	Débat.	Discussion de groupe.	Étude de cas.	Film ou vidéo.	Jeu de rôle.
0	0	0	0	5	5	5	0	3	3	0	5	0
5	5	2	3	5	4	5	4	4	4	4	4	0
5	5	2	5	5	0	4	1	0	0	0	0	3
5	3	2	3	5	5	4	2	2	3	3	3	4
4	3	SO	5	5	5	5	3	3	3	4	4	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	3	5	5	5	5	4	3	3	4	4	0
4	5	3	5	4	4	3	4	3	3	4	4	2
5	5	4	5	4	3	5	2	2	4	3	2	2
5	5	SO	3	3	4	4	4		4	2	1	1
5	5	5	5	2	2	5	5	0	2	1	1	1
4	5	2	4	4	3	5	2	1	2	2	4	1
5	5	0	4	5	3	5	3	0	1	3	3	2
5	2	4	4	3	2	5	3	4	2	4	3	0
5	5	3	5	4	1	4	3	3	3	4	1	0
4	4	2	5	4	4	4	2	1	1	4	2	0
4	5	0	4	0	0	5	4	3	3	3	0	0
5	5	3	5	5	4	5	4	4	4	5	5	SO
5	4	5	5	3	3	0	4	5	0	4	1	0
5	5	1	5	5	3	5	4	4	4	3	1	4
5	5	1	5	5	5	5	2	2	5	5	5	3
5	5	2	3	5	5	4	4	4	5	5	1	1
3	5	3	2	3	3	4	5	5	2	2	4	1
5	5	3	4	4	4	5	3	3	3	3	3	3
4	3	4	5	5	4	3	4	5	4	3	4	5
3	3	0	0	2	2	2	1	1	2	0	4	4
5	5	3	5	4	5	5	5	3	4	5	4	3
5	5	4	5	5	4	5	3	4	4	2	1	0
5	5	4	5	3	3	4	3	2	2	3	1	0
5	5	4	4	4	5	5	5	2	4	4	1	1
3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	2	2	2
4	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	4	2
4	5	3	4	5	5	5	5	3	3	4	5	4
5	5	1	5	4	4	4	2	4	2	3	3	1
5	5	5	5	3		3	4	4	4	4	4	4
4	5	2	5	5	2	4	3	2	2	2	2	2
4	4	5	5	5	2	5	4	4	4	2	4	4
5	5	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1
0	0	0	5	2	3	3	5	1	1	1	2	1
4	5	4	5	1	3	5	5	3	3	3	4	0
3	4	1	4	4	3	4	4	1	2	3	2	0
4	4	4	5	4	4	4	3	3	3	4	2	1
4	5	4	5	2	0	3	1	0	2	2	3	1
5	5	2	3	5	5	5	3	0	3	3	4	0
4	4	5	4	3	4	4	3	1	2	4	5	5
5	5	4	4	3	3	4	5	1	2	3	4	0
3	2	2	3	4	5	5	2	2	2	1	1	0
4	5	3	3	4	3	3	1	3	2	1	1	3
4	3	2	4	4	3	4	2	3	3	3	3	2
3	4	4	4	4	4	5	2	4	3	2	3	SO
5	5	5	5	4	3	5	3	3	2	2	3	2
5	5	4	5	5	3	4	3	2	1	5	2	0
5	4	4	5	5	5	5	4	3	4	4	4	2
4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3
3	3	0	4	1	3	4	4	3	3	4	2	0

ptitudes suivantes dans le cadre de votre formation?

Pour l'intégration du développement durable dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de 0 à 5?

Exercer son jugement critique.	Faire preuve de créativité.	S'engager et participer à la vie démocratique.	Travailler en équipe multidisciplinaire	Apprentissage par problème	Apprentissage par projet dans un contexte fictif	Apprentissage par projet dans un contexte réel	Conférence.	Débat.	Discussion de groupe.	Étude de cas.	Film ou vidéo.	Jeu de rôle.
3	4	1	5	4	4	4	3	1	1	1	0	0
4	3	1	5	5	5	5	3	2	3	4	4	2
4	5	0	5	3	3	5	5	0	3	4	5	0
5	5	3	5	3	1	1	3	2	4	3	5	1
4	5	4	2	2	0	3	1	1	1	1	1	1
3	3	1	5	4	4	5	3	5	4	3	4	5
5		2	5	5	3	5	4	2	1	4	4	1
4	4	3	5	4	2	4	4	2	2	4	3	1
5	4	0	5	SO	4	4	2	1	1	1	5	0
5	4	2	5	4	2	5	4	3	3	4	3	1
4	5	1	4	4	4	5	3	2	3	3	4	2
5	5	3	5	5	1	5	5	1	4	4	2	2
5	4	3	4	4	3	5	4	1	2	3	2	SO
5	5	1	3	5	5	5	2	2	2	2	2	2
2	SO	SO	5	5	3	4	2	2	2	2	5	5
5	5	4	5	3	4	4	5	2	2	4	4	2
5	5	3	4	5	4	5	4	5	5	4	5	2
4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	1
3	4	4	3	3	3	3	2	4	2	1	4	3
4	4	1	2	5	2	4	3	3	3	4	4	3
5	4	3	5	4	4	5	4	2	2	5	2	2
5	3	1	4	5	5	4	3	3	3	1	3	2
4	4	2	2	4	3	4	3	2	3	4	3	2
4	5	2	5	5	5	5	4	3	3	4	2	2
4	4	4	4	3	3	3	5	3	3	3	3	0
2	3	1	2	3	2	3	4	2	2	3	4	3

de 0 à 5 (5 étant Très élevé) pour les approches pédagogiques suivantes?

Pour l'intégration de

Lecture obligatoire.	Présentation par l'enseignant (enseignement magistral).	Team teaching (cours planifié et donné conjointement par deux ou plusieurs enseignants).	Travail en équipe multidisciplinaire	Visite sur le terrain.	Intégrer des éléments en lien avec le DD dans les cours existants.	Intégrer des éléments en lien avec le DD dans un cours synthèse en fin de programme.
SO	5	5	SO	4	4	4
0	2	0	2	5	1	3
3	3	3	5	4	5	5
3	3	3	3	5	5	5
3	4	2	3	4	4	2
4	3	3	2	5	3	5
3	4	4	5	5	5	5
2	2	3	4	5	4	5
1	3	2	3	5	2	3
0	1	4	5	5	5	2
2	3	4	4	5	5	5
0	2	4	5	5	5	4
5	SO	5	5	5	5	5
3	3	3	4	5	3	5
4	3	4	4	5	4	4
2	4	5	5	5	5	5
2	2	2	4	4	5	5
0	0	0	0	0	0	0
SO	SO	4	4	5	3	3
5	5	4	4	5	5	5
1	4	2	3	4	3	3
3	3	4	5	5	5	5
2	3	3	4	4	3	3
3	4	3	3	4	4	4
2	3	4	5	5	4	4
1	3	4	2	5	4	4
4	5	4	5	5	4	4
0	3	0	3	4	3	5
4	5	3	4	5	5	5
5	5	5	5	5	3	2
0	4	0	5	3	4	1
3	4	5	4	4	4	3
4	2	2	4	5	3	4
2	4	SO	SO	4	5	5
0	0	5	5	2	4	3
5	5	5	5	5	5	5
0	3	3	4	5	5	3
2	1	2	3	5	4	4
1	1	4	4	5	5	5
1	3	4	4	3	4	4
1	1	1	3	4		1
2	3	4	5	5	4	4
2	4	3	4	5	4	4
3	5	5	5	4	4	4
3	4	0	5	5	5	3
4	4	4	4	4	3	4
1	4	3	4	4	4	3
2	3	4	4	5	5	5
0	0	0	0	0	0	0
2	3	SO	4	4	4	1
2	4	4	4	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5
2	3	2	2	4	3	3
3	3	3	4	5	4	5
2	2	2	5	5	5	4

Pour l'intégration de

125

de 0 à 5 (5 étant Très élevé) pour les approches pédagogiques suivantes?

Pour l'intégration de

Lecture obligatoire.	Présentation par l'enseignant (enseignement magistral).	Team teaching (cours planifié et donné conjointement par deux ou plusieurs enseignants).	Travail en équipe multidisciplinaire	Visite sur le terrain.	Intégrer des éléments en lien avec le DD dans les cours existants.	Intégrer des éléments en lien avec le DD dans un cours synthèse en fin de programme.
0	1	0	0	0	0	0
3	3	3	3	4	4	3
0	0	3	4	4	3	0
2	2	3	3	5	3	3
2	2	SO	4	3	4	5
4	3	4	5	5	5	5
4	3	4	5	4	4	4
4	4	5	4	5	5	4
2	2	4	4	5	5	4
2	4	2	3	SO	5	5
2	5	2	4	5	4	2
1	3	3	4	5	5	3
0	1	1	4	5	4	3
2	3	4	4	3	3	4
3	3	0	4	4	4	2
0	3	2	3	4	5	4
5	5	5	4	4	4	2
3	3	4	5	5	5	5
2	5	5	5	1	4	SO
0	3	4	5	5	4	1
3	5	5	5	4	4	4
2	5	2	4	5	SO	SO
2	0	0	2	4	4	3
2	2	4	5	4	3	4
4	3	4	5	4	5	5
4	5	5	2	2	0	1
4	4	5	5	5	5	3
2	3	2	4	5	4	4
0	1	3	4	4	3	2
2	1	3	4	4	4	1
2	2	4	2	4	5	5
0	2	2	2	3	4	4
4	4	3	4	5	4	4
2	3	2	5	3	4	3
4	3	3	4	4	3	3
2	3	4	5	4	3	4
2	3	4	4	5	5	4
0	4	4	3	5	4	2
0	5	0	2	5	5	0
0	4	3	5	5	4	4
2	3	2	3	5	4	1
1	4	4	4	5	2	2
0	1	4	3	5	3	4
1	2	2	3	5	5	0
2	4	5	4	5	5	SO
3	4	4	4	5	4	5
1	2	3	3	4	2	1
1	1	3	1	3	4	2
1	2	2	4	4	4	4
1	1	2	4	4	3	3
1	1	4	5	5	3	3
1	2	2	5	4	5	4
3	3	4	5	5	4	4
2	3	3	4	5	3	3
1	4	3	3	3	3	2

de 0 à 5 (5 étant Très élevé) pour les approches pédagogiques suivantes?

Pour l'intégration de

Lecture obligatoire.	Présentation par l'enseignant (enseignement magistral).	Team teaching (cours planifié et donné conjointement par deux ou plusieurs enseignants).	Travail en équipe multidisciplinaire	Visite sur le terrain.	Intégrer des éléments en lien avec le DD dans les cours existants.	Intégrer des éléments en lien avec le DD dans un cours synthèse en fin de programme.
	2	3	0	3	5	3
	0	4	4	5	5	5
	1	4	1	5	5	3
	3	4	3	3	4	3
	1	4	2	0	4	1
	2	3	2	5	3	3
	3	3	3	4	5	3
	4	3	2	4	5	4
	2	3	4	3	4	3
	1	3	4	5	5	2
	3	3	3	4	4	4
	2	2	5	5	5	2
	2	4	0	5	5	4
	0	0	0	3	4	5
	0	5	4	5	5	3
	2	4	4	4	4	4
	0	3	0	5	5	SO
	2	2	2	3	4	4
	1	0	1	1	3	1
	1	2	2	3	3	3
	4	4	SO	4	4	3
	5	3	2	1	0	5
	4	4	3	3	5	4
	4	3	4	5	5	3
	3	3	3	4	5	4
	4	4	3	3	4	2

u développement durable dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de 0 à 5 (5 étant très élevé) pour les stratégies suivantes?

M'inscrire à un cours à option ou à choix crédité dans mon programme et portant principalement sur le DD.	M'inscrire à un cours obligatoire dans mon programme et portant principalement sur le DD.	M'inscrire à un profil en DD	M'inscrire à un programme spécialisé en DD.	Effectuer un stage ayant un lien avec le DD.	Participer à un programme de mentorat où une personne d'expérience m'accompagnerait sur un sujet ou pour un projet.
4	4	4	4	4	4
1	1	2	3	3	2
4	4	4	4	5	4
5	5	5	5	5	5
4	3	3	3	4	4
4	5	3	1		1
5	5	5	5	5	5
4	2	4	4	5	4
4	3	3	3	4	4
5	3	4	2	5	2
5	5	5	5	5	5
5	1	2	1	5	5
5	5	5	5	5	4
5	5	4	4	5	4
5	4	3	4	4	4
5	5	5	5	5	5
4	4	2	1	4	3
0	0	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3
5	5	3	1	4	3
2	2	1	1	3	2
4	5	4	4	5	4
3	3	3	3	4	1
5	5	5	4	5	5
4	4	3	3	5	4
4	3	4	3	5	5
5	5	3	3	4	5
4	1	1	2	4	3
0	5	0	0	5	0
2	3	4	1	SO	4
2	0	2	0	2	0
3	4	2	1	2	1
3	4	2	3	2	4
4	4	0	0	5	5
3	3	0	0	3	2
5	5	5	5	5	5
3	4	5	3	4	3
5	4	4	3	5	4
5	5	3	3	4	3
3	4	2	1	1	1
2	0	0	0	0	0
5	5	4	2	5	3
5	4	4	4	5	4
3	4	4	4	3	3
3	5	2	2	4	3
4	3	3	3	4	3
3	2	1	0	1	3
4	4	2	1	5	3
0	0	0	0	0	
2	1	2	1	3	3
4	4	5	4	5	4
5	5	5	5	5	5
4	3	2	3	3	3
2	2	2	2	2	3
4	4	4	3	3	3

u développement durable dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de 0 à 5 (5 étant très élevé) pour les stratégies suivantes?

M'inscrire à un cours à option ou à choix crédité dans mon programme et portant principalement sur le DD.	M'inscrire à un cours obligatoire dans mon programme et portant principalement sur le DD.	M'inscrire à un profil en DD	M'inscrire à un programme spécialisé en DD.	Effectuer un stage ayant un lien avec le DD.	Participer à un programme de mentorat où une personne d'expérience m'accompagnerait sur un sujet ou pour un projet.
2	5	1	0	3	3
4	4	3	2	2	1
3	3	2	3	2	2
3	3	2	0	3	5
4	4	3	3	3	3
4	4	2	0	4	1
2	3	1	0	1	1
5	4	4	2	3	1
5	4	5	5	5	4
4	4	5	3	3	3
2	3	2	3	2	3
4	2	3	2	4	3
5	4	5	3	4	4
3	4	4	3	4	4
4	4	3	3	3	3
2	1	4	3	5	4
3	3	3	1	3	2
4	5	5	4	3	4
2	2	2	1	3	3
2	1	1	1	1	1
5	5	3	2	2	2
5	4	2	2	4	1
1	1	0	0	1	0
4	4	3	3	4	2
3	3	3	3	3	4
0	0	0	0	3	0
2	2	0	0	1	1
5	4	2	2	2	2
3	3	3	3	4	4
1	1	0	0	1	0
2	2	3	2	5	4
4	2	2	2	2	3
4	5	4	3	4	4
3	3	3	3	3	3
1	1	2	1	1	SO
SO	SO	SO	SO	SO	SO
1	1	0	0	0	0
3	3	4	3	4	4
2	2	2	2	3	4
0	0	0	0	2	0
3	2	3	3	3	2
3	0	3	3	5	4
4	2	2	4	4	4
SO	5	5	5	SO	5
2	3	1	4	4	0
0	0	3	0	SO	5
2	2	1	1	3	0
1	4	1	1	3	2
5	3	4	3	5	4
4	3	SO	0	2	0

u développement durable dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de 0 à 5 (5 étant très élevé) pour les stratégies suivantes?

M'inscrire à un cours à option ou à choix crédité dans mon programme et portant principalement sur le DD.	M'inscrire à un cours obligatoire dans mon programme et portant principalement sur le DD.	M'inscrire à un profil en DD	M'inscrire à un programme spécialisé en DD.	Effectuer un stage ayant un lien avec le DD.	Participer à un programme de mentorat où une personne d'expérience m'accompagnerait sur un sujet ou pour un projet.
0	0	0	0	5	0
2	1	0	0	1	1
4	0	1	1	0	0
3	3	3	3	4	3
2	2	3	2	3	2
4	4	5	0	5	5
3	2	2	2	4	4
3	3	4	3	4	4
5	3	5	4	4	3
4	4	SO	3	5	SO
3	2	2	2	4	5
4		4	2	5	1
0	0	0	0	4	2
1	1	0	0	2	2
3	2	0	0	4	2
4	3	2	2	3	1
4	5	3	1	4	4
5	5	5	5	5	5
3	4	2	1	3	1
1	1	3	2	4	2
2	2	1	1	4	4
SO	SO	SO	SO	SO	SO
3	2	2	2	4	3
3	2	2	2	3	3
5	4	3	4	5	5
2	3	3	3	4	5
4	5	4	3	5	5
1	2	0	0	4	2
1	3	4	4	4	3
1	4	5	3	5	3
4	5	5	4	4	3
4	3	2	1	4	2
5	3	2	2	5	3
4	2	3	2	2	1
5	5	4	5	4	5
5	3	3	2	3	2
3	1	3	3	3	2
2	3	1	1	4	4
2	0	0	0	2	0
4	4	4	4	5	4
3	2	0	2	2	2
2	2	2	2	2	2
2	1	0	0	1	1
3	4	2	0	4	3
3	1	4	1	2	2
4	3	2	2	4	SO
1	0	0	0	2	1
1	1	1	0	2	3
4	4	4	4	4	3
3	4	2	3	3	4
2	3	3	2	4	5
3	4	3	3	4	3
5	1	0	0	2	3
2	3	SO	SO	3	3
2	3	0	1	1	1

u développement durable dans votre formation, quel est votre niveau d'intérêt sur une échelle de 0 à 5 (5 étant très élevé) pour les stratégies suivantes?

M'inscrire à un cours à option ou à choix crédité dans mon programme et portant principalement sur le DD.	M'inscrire à un cours obligatoire dans mon programme et portant principalement sur le DD.	M'inscrire à un profil en DD	M'inscrire à un programme spécialisé en DD.	Effectuer un stage ayant un lien avec le DD.	Participer à un programme de mentorat où une personne d'expérience m'accompagnerait sur un sujet ou pour un projet.
2	2	2	1	4	3
5	2	2	0	4	3
5	4	4	2	5	3
2	2	1	1	2	2
3	1	2	2	2	1
1	0	4	2	1	3
4	4	2	2	4	3
3	2	2	1	4	3
3	4	2	2	SO	2
4	3	3	2	2	3
3	4	2	2	4	3
3	3	1	1	4	4
2	2	1	1	2	4
2	4	4	3	3	2
3	0	SO	1	3	3
3	4	3	3	4	4
SO	3	2	0	3	4
3	3	3	2	3	2
1	1	0	0	2	1
4	2	2	2	3	1
4	4	2	3	4	4
4	4	2	2	5	2
5	5	4	2	5	3
4	1	1	0	0	0
4	3	3	3	3	3
3	2	2	2	4	3

Connaissez-vous les interventions menées par votre établissement d'enseignement actuel dans les secteurs suivants?

Savez-vous à qu
votre établisse

M'engager dans un projet ou une activité parascolaire en lien avec le DD.	Adoption d'une politique ou d'un plan d'action de DD.	Gestion responsable des GES et de l'énergie.	Gestion responsable de l'eau.	Saine gestion des déchets.	Transport durable	Quel est votre niveau de satisfaction par rapport aux interventions menées par votre établissement d'enseignement en lien avec le DD?	Non, je ne sais pas qui contacter.
	4 peu	peu	peu	peu	peu	Assez satisfait	
	2 peu	peu	assez bien	peu	peu	Assez satisfait	Non
	4 assez bien	peu	peu	très bien	très bien	Très satisfait	Non
	3 assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	3 peu	peu	peu	assez bien	assez bien	Je ne sais pas	Non
	3 assez bien	peu	pas du tout	pas du tout	assez bien	Très satisfait	Non
	5 très bien	assez bien	assez bien	assez bien	très bien	Assez satisfait	Non
	3 peu	peu	peu	très bien	très bien	Assez satisfait	Non
	4 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	Non
	3 assez bien	peu	peu	assez bien	très bien	Assez satisfait	
	5 assez bien	assez bien	peu	peu	assez bien	Plutôt insatisfait	
	2 peu	pas du tout	peu	assez bien	assez bien	Plutôt insatisfait	Non
	3 pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	peu	Plutôt insatisfait	Non
	3 peu	pas du tout	pas du tout	peu	assez bien	Je ne sais pas	Non
	4 peu	peu	peu	peu	très bien	Assez satisfait	Non
	5 pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	Je ne sais pas	Non
	3 peu	peu	peu	assez bien	assez bien	Je ne sais pas	
	0 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	Non
	3 peu	pas du tout	pas du tout	très bien	très bien	Assez satisfait	Non
	5 peu	assez bien	assez bien	assez bien	très bien	Assez satisfait	
	1 peu	pas du tout	peu	peu	peu	Assez satisfait	Non
	4 très bien	assez bien	assez bien	très bien	très bien	Assez satisfait	
	1 peu	peu	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	4 peu	pas du tout	pas du tout	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	3 peu	peu	pas du tout	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	5 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	Je ne sais pas	Non
	5 assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	très bien	Très satisfait	Non
	3 pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	0 peu	très bien	assez bien	très bien	très bien	Plutôt insatisfait	Non
SO	assez bien	assez bien	assez bien	pas du tout	assez bien	Assez satisfait	Non
	2 assez bien	pas du tout	pas du tout	peu	très bien	Très satisfait	
	3 peu	assez bien	assez bien	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	4 peu	assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	4 pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	Très satisfait	Non
	0 assez bien	peu	peu	assez bien	très bien	Assez satisfait	Non
	5 assez bien	assez bien	très bien	très bien	très bien	Très satisfait	
	0 peu	assez bien	peu	assez bien	peu	Assez satisfait	Non
	4 peu	peu	peu	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	5 peu	peu	peu	assez bien	très bien	Plutôt insatisfait	Non
	1 assez bien	peu	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	Je ne sais pas	Non
	4 peu	assez bien	peu	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	4 peu	pas du tout	pas du tout	très bien	peu	Plutôt insatisfait	Non
	4 peu	assez bien	très bien	très bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	3 assez bien	très bien	assez bien	très bien	très bien	Assez satisfait	
	4 assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	2 assez bien	peu	peu	assez bien	très bien	Assez satisfait	Non
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout		très bien	Je ne sais pas	Non
	0 assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	Très insatisfait	
	1 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	très bien	Je ne sais pas	Non
	4 assez bien	assez bien	assez bien	très bien	très bien	Assez satisfait	Non
	5 assez bien	assez bien	très bien	assez bien	très bien	Assez satisfait	Non
	3 peu	peu	peu	peu	peu	Assez satisfait	Non
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	
	3 peu	assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non

Connaissez-vous les interventions menées par votre établissement d'enseignement actuel dans les secteurs suivants?						Quel est votre niveau de satisfaction par rapport aux interventions menées par votre établissement d'enseignement en lien avec le DD?	Savez-vous à qu votre établissem
M'engager dans un projet ou une activité parascolaire en lien avec le DD.	Adoption d'une politique ou d'un plan d'action de DD.	Gestion responsable des GES et de l'énergie.	Gestion responsable de l'eau.	Saine gestion des déchets.	Transport durable		Non, je ne sais pas qui contacter.
	2 peu	peu	peu	peu	assez bien	Très satisfait	Non
	3 peu	assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	Très satisfait	
	3 peu	peu	peu	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	4 pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	assez bien	Je ne sais pas	Non
	3 peu	peu	peu	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	1 peu	peu	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	0 pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	pas du tout	Assez satisfait	Non
	0 assez bien	assez bien	peu	assez bien	très bien	Assez satisfait	Non
SO	assez bien	peu	peu	très bien	très bien	Assez satisfait	Non
	5 assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	Très satisfait	
	1 peu	pas du tout	pas du tout	peu	assez bien	Assez satisfait	
	3 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	Je ne sais pas	
	5 assez bien	assez bien	très bien	très bien	très bien	Assez satisfait	
	4 peu	pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	3 peu	peu	peu	peu	assez bien	Plutôt insatisfait	Non
	3 pas du tout	assez bien	très bien	très bien	très bien	Assez satisfait	Non
	3 pas du tout	pas du tout	peu	peu	assez bien	Très satisfait	
	5 peu	peu	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	Je ne sais pas	Non
	1 peu	peu	peu	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	2 peu	assez bien	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	2 peu	assez bien	assez bien	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	0 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Assez satisfait	
	4 assez bien	peu	peu	assez bien	très bien	Assez satisfait	Non
	4 peu	peu	peu	peu	peu	Plutôt insatisfait	Non
	0 assez bien	très bien	très bien	très bien	assez bien	Plutôt insatisfait	
	1 pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	pas du tout	Assez satisfait	Non
	2 pas du tout	pas du tout	peu	peu	peu	Assez satisfait	Non
	4 peu	peu	peu	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	1 peu	peu	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	3 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	Non
	3 peu	peu	peu	peu	peu	Assez satisfait	Non
	3 assez bien	peu	peu	très bien	très bien	Assez satisfait	Non
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	très bien	Assez satisfait	
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	très bien	Assez satisfait	Non
SO	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	Non
	3 peu	peu	peu	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	3 pas du tout	peu	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	
	3 peu	peu	peu	peu	assez bien	Je ne sais pas	Non
	2 peu	pas du tout	pas du tout	peu	assez bien	Très satisfait	
	2 pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	4 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	Non
	4 peu	peu	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	
SO	pas du tout	assez bien	peu	peu	assez bien	Très satisfait	Non
	3 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Assez satisfait	Non
	3 peu	peu	peu	peu	peu	Assez satisfait	Non
	1 pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	Je ne sais pas	Non
	3 assez bien	peu	peu	assez bien	assez bien	Plutôt insatisfait	
	4 peu	peu	pas du tout	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
SO	pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	peu	Plutôt insatisfait	Non

	Connaissez-vous les interventions menées par votre établissement d'enseignement actuel dans les secteurs suivants?						Savez-vous à qui vous pouvez vous adresser pour en savoir plus ?
M'engager dans un projet ou une activité parascolaire en lien avec le DD.	Adoption d'une politique ou d'un plan d'action de DD.	Gestion responsable des GES et de l'énergie.	Gestion responsable de l'eau.	Saine gestion des déchets.	Transport durable	Quel est votre niveau de satisfaction par rapport aux interventions menées par votre établissement d'enseignement en lien avec le DD?	Non, je ne sais pas qui contacter.
	0 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	très bien	Très satisfait	Non
	1 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	Non
	0 assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	très bien	Très satisfait	Non
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	Non
	3 peu	peu	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	5 peu	peu	peu	assez bien	très bien	Très satisfait	Non
	4 peu	peu	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	2 peu	peu	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	3 peu	peu	peu	assez bien	assez bien	Plutôt insatisfait	Non
	3 peu	peu	peu	assez bien	peu	Plutôt insatisfait	Non
	4 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	Je ne sais pas	Non
	2 assez bien	peu	peu	peu	très bien	Assez satisfait	
	3 peu	peu	peu	assez bien	très bien	Très satisfait	Non
	2 pas du tout	pas du tout	peu	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	Non
	1 peu	assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	1 peu	pas du tout	pas du tout	assez bien	très bien	Plutôt insatisfait	Non
	5 peu	pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	3 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	Non
	1 peu	pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	Assez satisfait	Non
	2 peu	peu	peu	très bien	très bien	Assez satisfait	Non
	SO pas du tout	assez bien	peu	peu	assez bien	Je ne sais pas	Non
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	très bien	Je ne sais pas	Non
	4 peu	pas du tout	pas du tout	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	5 peu	peu	peu	peu	peu	Plutôt insatisfait	Non
	SO très bien	assez bien	peu	pas du tout	peu	Très satisfait	Non
	4 assez bien	peu	assez bien	très bien	très bien	Assez satisfait	
	0 peu	peu	peu	peu	assez bien	Je ne sais pas	Non
	4 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	Je ne sais pas	Non
	4 peu	assez bien	peu	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	3 peu	peu	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	4 peu	assez bien	assez bien	assez bien	assez bien	Très satisfait	
	4 peu	peu	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	5 pas du tout	peu	pas du tout	assez bien	pas du tout	Je ne sais pas	
	3 assez bien	très bien	très bien	assez bien	très bien	Très satisfait	Non
	4 peu	peu	pas du tout	peu	assez bien	Plutôt insatisfait	Non
	4 pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	peu	Très insatisfait	Non
	2 peu	pas du tout	pas du tout	pas du tout	très bien	Je ne sais pas	Non
	2 peu	pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	Très insatisfait	Non
	1 assez bien	peu	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	
	3 assez bien	assez bien	assez bien	peu	assez bien	Très satisfait	Non
	2 pas du tout	peu	peu	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	0 pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	assez bien	Je ne sais pas	Non
	0 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	Je ne sais pas	Non
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	2 assez bien	assez bien	pas du tout	peu	assez bien	Très satisfait	
	2 pas du tout	peu	peu	assez bien	assez bien	Plutôt insatisfait	Non
	2 peu	peu	pas du tout	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	3 peu	pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	Assez satisfait	
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	très bien	très bien	Très satisfait	Non
	5 très bien	assez bien	très bien	très bien	très bien	Assez satisfait	
	3 assez bien	assez bien	peu	très bien	très bien	Très satisfait	
	0 assez bien	peu	peu	très bien	très bien	Assez satisfait	
	3 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Je ne sais pas	
	3 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	Je ne sais pas	Non

Connaissez-vous les interventions menées par votre établissement d'enseignement actuel dans les secteurs suivants?						Quel est votre niveau de satisfaction par rapport aux interventions menées par votre établissement d'enseignement en lien avec le DD?	Savez-vous à qu votre établissem
M'engager dans un projet ou une activité parascolaire en lien avec le DD.	Adoption d'une politique ou d'un plan d'action de DD.	Gestion responsable des GES et de l'énergie.	Gestion responsable de l'eau.	Saine gestion des déchets.	Transport durable		Non, je ne sais pas qui contacter.
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	pas du tout	Plutôt insatisfait	Non
	3 assez bien	assez bien	assez bien	très bien	très bien	Assez satisfait	
	4 peu	pas du tout	pas du tout	assez bien	très bien	Assez satisfait	
	2 peu	pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	Assez satisfait	Non
	2 pas du tout	pas du tout		pas du tout	peu	Je ne sais pas	Non
	3 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	Plutôt insatisfait	Non
	5 peu	peu	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	2 peu	peu	assez bien	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	2 pas du tout	pas du tout	peu	peu	peu	Je ne sais pas	Non
	3 peu	peu	peu	très bien	très bien	Assez satisfait	Non
	2 peu	peu	peu	assez bien	assez bien	Plutôt insatisfait	Non
	2 peu	peu	peu	peu	peu	Assez satisfait	Non
	3 peu	pas du tout	pas du tout	peu	assez bien	Assez satisfait	Non
	1 peu	peu	peu	peu	assez bien	Assez satisfait	
	2 assez bien	peu	assez bien	très bien	très bien	Assez satisfait	Non
	2 pas du tout	pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	Plutôt insatisfait	Non
	4 pas du tout	assez bien	assez bien	assez bien	très bien	Assez satisfait	Non
	3 peu	peu	peu	assez bien	peu	Je ne sais pas	Non
	2 pas du tout	pas du tout	assez bien	assez bien	assez bien	Assez satisfait	
	1 assez bien	pas du tout	peu	très bien	très bien	Très satisfait	Non
	4 peu	pas du tout	pas du tout	peu	assez bien	Plutôt insatisfait	Non
	1 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	Plutôt insatisfait	
	5 pas du tout	pas du tout	pas du tout	pas du tout	peu	Je ne sais pas	Non
	2 peu	pas du tout	pas du tout	peu	peu	Assez satisfait	Non
	3 peu	peu	peu	très bien		Assez satisfait	Non
	2 peu	assez bien	peu	assez bien	très bien	Assez satisfait	

Si vous adressez pour proposer un projet en lien avec le développement durable dans le cadre de votre enseignement d'enseignement actuel?				Connaissez-vous une ou des sources de financement pour mener un projet en lien avec le développement durable?			
Oui, un regroupement étudiant.	Oui, un comité institutionnel environnemental ou de DD.	Oui, un enseignant de mon établissement.	Oui, un autre membre du personnel de mon établissement	Non, je ne connais pas de moyen de financement.	Oui, un fonds de mon établissement.	Oui, un fonds d'un regroupement étudiant.	Oui, un fonds d'un organisme externe.
		Oui		Non Non	Oui		
				Non Non Non Non			
Oui Oui	Oui	Oui	Oui Oui	Non Non	Oui	Oui	
				Non Non Non Non Non Non Non Non			
Oui				Non Non Non Non			
Oui				Non			
Oui	Oui					Oui	Oui
				Non Non Non Non Non			
Oui				Non Non		Oui	
Oui			Oui	Non	Oui	Oui	
	Oui				Oui		
Oui		Oui		Non Non	Oui		Oui
Oui				Non Non Non			
Oui			Oui	Non Non Non Non			
Oui			Oui	Non Non Non Non Non Non			
		Oui		Non Non Non			
		Oui		Non Non Non			

Si vous adressez pour proposer un projet en lien avec le développement durable dans un cadre d'enseignement actuel?				Connaissez-vous une ou des sources de financement pour mener un projet en lien avec le développement durable?			
Oui, un regroupement étudiant.	Oui, un comité institutionnel environnemental ou de DD.	Oui, un enseignant de mon établissement.	Oui, un autre membre du personnel de mon établissement	Non, je ne connais pas de moyen de financement.	Oui, un fonds de mon établissement.	Oui, un fonds d'un regroupement étudiant.	Oui, un fonds d'un organisme externe.
				Non			
Oui	Oui	Oui	Oui	Non			
				Non			
Oui				Non			
				Non			
				Non			
	Oui		Oui	Non	Oui		
Oui		Oui		Non			
Oui	Oui	Oui					Oui
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
		Oui		Non			
		Oui	Oui	Non			
				Non			
Oui				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
Oui	Oui			Non		Oui	
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
Oui	Oui			Non		Oui	
				Non			

Si vous adressez pour proposer un projet en lien avec le développement durable dans votre établissement d'enseignement actuel?

Connaissez-vous une ou des sources de financement pour mener un projet en lien avec le développement durable?

Oui, un regroupement étudiant.	Oui, un comité institutionnel environnemental ou de DD.	Oui, un enseignant de mon établissement.	Oui, un autre membre du personnel de mon établissement	Non, je ne connais pas de moyen de financement.	Oui, un fonds de mon établissement.	Oui, un fonds d'un regroupement étudiant.	Oui, un fonds d'un organisme externe.
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
Oui	Oui			Non	Oui		
				Non			
Oui	Oui			Non			
	Oui			Non	Oui	Oui	
				Non			
Oui				Non		Oui	
				Non			
				Non		Oui	
Oui				Non	Oui	Oui	Oui
Oui	Oui			Non			
Oui				Non			
Oui				Non		Oui	
				Non			
			Oui	Non			Oui
				Non			
				Non			
			Oui	Non			
	Oui			Non			
Oui				Non	Oui		
Oui	Oui			Non			
			Oui	Non			

Si vous adressez pour proposer un projet en lien avec le développement durable dans l'enseignement actuel?

Connaissez-vous une ou des sources de financement pour mener un projet en lien avec le développement durable?

Oui, un regroupement étudiant.	Oui, un comité institutionnel environnemental ou de DD.	Oui, un enseignant de mon établissement.	Oui, un autre membre du personnel de mon établissement	Non, je ne connais pas de moyen de financement.	Oui, un fonds de mon établissement.	Oui, un fonds d'un regroupement étudiant.	Oui, un fonds d'un organisme externe.
Oui			Oui	Non	Oui		
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
				Non			
Oui	Oui		Oui	Non	Oui	Oui	Oui
				Non			
				Non			
Oui		Oui		Non		Oui	
				Non			
Oui				Non	Oui		
				Non			
				Non			
Oui	Oui		Oui	Non	Oui		Oui

Annexe B – Sondage de satisfaction

Sondage de satisfaction

Les réponses à ce questionnaire nous permettront d'avancer notre recherche sur le développement d'une méthodologie d'intégration transversale du développement durable dans l'enseignement supérieur à l'Université de Sherbrooke. Le temps de réponse estimé est d'environ 5 à 10 minutes.

Pour ne pas fausser les données, merci de répondre de manière sérieuse et honnête.

Toutes les informations contenues dans ce sondage sont anonymes et seront uniquement utilisées dans le but de la recherche.

1. Informations générales

Age :

Sexe : H / F

Session d'études actuelle :

2. Diriez-vous que l'intégration du DD dans l'enseignement de l'ingénieur est :

- a) Sans intérêt
- b) Un plus à la formation
- c) Important
- d) Indispensable dans le métier d'ingénieur

Commentaire :

3. Le contenu du module contient-il un apprentissage significatif ?

- a) Oui
- b) Non

4. En quoi ce module a-t-il affecté votre expérience éducative envers le Développement Durable ? Encerclez votre réponse

- a) Pas d'amélioration
- b) Petites améliorations
- c) Améliorations marquées
- d) Améliorations significatives

5. Commentaires :